

EXPRESS MAIL NO. EL 756 225 281 US

DATE OF DEPOSIT 11/6/01

JC971 U.S. PTO  
09/992399  
11/06/01

Our File No. 9281-4205  
Client Reference No. CK US00028

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE #2**

PRIORITY  
PAPER  
3-19-03  
RNT/da

In re Application of: )  
Akihiro Nakano et al. )  
Serial No. To Be Assigned )  
Filing Date: Herewith )  
For: Plasma Processing Apparatus Including a )  
Plurality of Plasma Processing Units Having )  
Reduced Variation )

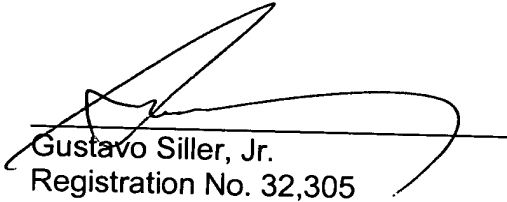
**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of priority document Japanese Patent Application No. 2000-341076, filed November 8, 2000 for the above-named U.S. application.

Respectfully submitted,

  
Gustavo Siller, Jr.  
Registration No. 32,305  
Attorney for Applicants

BRINKS HOFER GILSON & LIONE  
P.O. BOX 10395  
CHICAGO, ILLINOIS 60610  
(312) 321-4200

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

Jc971 U.S. PTO  
09/992399  
11/06/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年11月 8日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-341076

出 願 人

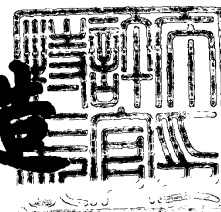
Applicant(s):

アルプス電気株式会社  
大見 忠弘

2001年 8月31日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3079053

【書類名】 特許願

【整理番号】 J84794A1

【提出日】 平成12年11月 8日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/203

【発明の名称】 プラズマ処理装置、プラズマ処理システムおよびこれらの性能確認システム、検査方法

【請求項の数】 42

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

    【氏名】 仲野 陽

【発明者】

    【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋 2 - 1 - 1 7 - 3 0 1

    【氏名】 大見 忠弘

【特許出願人】

    【識別番号】 000010098

    【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社

【特許出願人】

    【識別番号】 000205041

    【氏名又は名称】 大見 忠弘

【代理人】

    【識別番号】 100064908

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

    【識別番号】 100108578

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100089037

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 隆

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704956

【包括委任状番号】 9722316

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理装置、プラズマ処理システムおよびこれらの性能確認システム、検査方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラズマを励起するための電極を有するプラズマ処理室と、前記電極に高周波電力を供給するための高周波電源と、入力端子と出力端子とを有し該入力端子に前記高周波電源が接続され前記出力端子に前記電極が接続されこれら入出力端子の間に接地電位部分が接続されるとともに前記プラズマ処理室と前記高周波電源とのインピーダンス整合を得るための整合回路と、を具備するプラズマ処理室ユニットを複数具備するプラズマ処理装置であって、

前記それぞれのプラズマ処理室ユニットの整合回路において、前記入力端子側から測定した交流抵抗  $R_A$  のうち、その最大値  $R_{A_{\max}}$  と最小値  $R_{A_{\min}}$  とのばらつきが、

$$\langle R_A \rangle = (R_{A_{\max}} - R_{A_{\min}}) / (R_{A_{\max}} + R_{A_{\min}})$$

とされるときに、

前記それぞれのプラズマ処理室ユニットの整合回路において、前記出力端子側から測定した交流抵抗  $R_B$  のうち、その最大値  $R_{B_{\max}}$  と最小値  $R_{B_{\min}}$  とのばらつきが、

$$\langle R_B \rangle = (R_{B_{\max}} - R_{B_{\min}}) / (R_{B_{\max}} + R_{B_{\min}})$$

とされ、これらの値が所定の範囲の値に設定されてなることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  の測定範囲が、前記出力端子への接続を切断し、前記入力端子とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることを特徴とする請求項1記載のプラズ

マ処理装置。

【請求項 3】 前記高周波電源と前記入力端子とが高周波電力給電体を介して接続され、

前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  の測定範囲が、前記出力端子への接続を切断し、前記高周波電力給電体の前記高周波電源側端部とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】 前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定範囲が、前記入力端子への接続を切断し、前記出力端子とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】 前記電極と前記出力端子とが高周波電力配電体を介して接続され、

前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定範囲が、前記入力端子への接続を切断し、前記高周波電力配電体の前記電極側端部とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】 前記交流抵抗が、前記高周波電源の高周波電力の周波数における値に設定されてなることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 7】 前記所定の値が 0.5 より小さい範囲の値に設定されてなることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 8】 前記所定の値が 0.4 より小さい範囲の値に設定されてなることを特徴とする請求項 7 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 9】 前記入出力端子の間で前記接地電位部分に接続される接続点が複数ある場合には、前記接続点のうち 1 の接続点のみが前記接地電位部分に接続するよう他の接続点を切断した状態とされ、かつ、各々接続する接続点を切り替えて、それぞれ前記交流抵抗を測定することを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 10】 購入発注者が販売保守者に発注した請求項 1 記載のプラズマ処理装置の動作性能状況を示す性能状況情報の閲覧を公衆回線を介して要求する購入発注者側情報端末と、

販売保守者が前記性能状況情報をアップロードする販売保守者側情報端末と、  
前記購入発注者側情報端末の要求に応答して、販売保守者側情報端末からアップロードされた性能状況情報を購入発注者側情報端末に提供する性能状況情報提供手段と、

を具備することを特徴とするプラズマ処理装置の性能確認システム。

【請求項 11】 性能状況情報が、前記交流抵抗のばらつきの値を含むことを特徴とする請求項 10 記載のプラズマ処理装置の性能確認システム。

【請求項 12】 性能状況情報が、カタログまたは仕様書として出力されることを特徴とする請求項 11 記載のプラズマ処理装置の性能確認システム。

【請求項 13】 プラズマを励起するための電極を有するプラズマ処理室と、前記電極に高周波電力を供給するための高周波電源と、入力端子と出力端子とを有し該入力端子に前記高周波電源が接続され前記出力端子に前記電極が接続されこれら入出力端子の間に接地電位部分が接続されるとともに前記プラズマ処理室と前記高周波電源とのインピーダンス整合を得るための整合回路と、を具備するプラズマ処理装置を複数具備するプラズマ処理システムであって、

前記それぞれのプラズマ処理室に対応する整合回路において、前記入力端子側から測定した交流抵抗  $RA$  のうち、その最大値  $RA_{\max}$  と最小値  $RA_{\min}$  とのばらつきが、

$$\langle RA \rangle = (RA_{\max} - RA_{\min}) / (RA_{\max} + RA_{\min})$$

とされるときに、

前記それぞれのプラズマ処理室に対応する整合回路において、前記出力端子側から測定した交流抵抗  $RB$  のうち、その最大値  $RB_{\max}$  と最小値  $B_{\min}$  とのばらつきが、



$$\langle R B \rangle = (R B_{\max} - R B_{\min}) / (R B_{\max} + R B_{\min})$$

とされ、これらの値が所定の範囲の値に設定されてなることを特徴とするプラズマ処理システム。

【請求項 1 4】 前記入力端子側交流抵抗 R A の測定範囲が、前記出力端子への接続を切断し、前記入力端子とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることを特徴とする請求項 1 3 記載のプラズマ処理システム。

【請求項 1 5】 前記高周波電源と前記入力端子とが高周波電力給電体を介して接続され、

前記入力端子側交流抵抗 R A の測定範囲が、前記出力端子への接続を切断し、前記高周波電力給電体の前記高周波電源側端部とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることを特徴とする請求項 1 3 記載のプラズマ処理システム。

【請求項 1 6】 前記出力端子側交流抵抗 R B の測定範囲が、前記入力端子への接続を切断し、前記出力端子とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることを特徴とする請求項 1 3 記載のプラズマ処理システム。

【請求項 1 7】 前記電極と前記出力端子とが高周波電力配電体を介して接続され、

前記出力端子側交流抵抗 R B の測定範囲が、前記入力端子への接続を切断し、前記高周波電力配電体の前記電極側端部とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることを特徴とする請求項 1 3 記載のプラズマ処理システム。

【請求項 1 8】 前記交流抵抗が、前記高周波電源の高周波電力の周波数における値に設定されてなることを特徴とする請求項 1 3 記載のプラズマ処理システム。

【請求項 1 9】 前記所定の値が 0. 5 より小さい範囲の値に設定されてなることを特徴とする請求項 1 3 記載のプラズマ処理システム。

【請求項 2 0】 前記所定の値が 0.4 より小さい範囲の値に設定されてなることを特徴とする請求項 1 9 記載のプラズマ処理システム。

【請求項 2 1】 前記入出力端子の間で前記接地電位部分に接続される接続点が複数ある場合には、前記接続点のうち 1 の接続点のみが前記接地電位部分に接続するよう他の接続点を切断した状態とされ、かつ、各々接続する接続点を切り替えて、それぞれ前記交流抵抗を測定することを特徴とする請求項 1 3 記載のプラズマ処理システム。

【請求項 2 2】 購入発注者が販売保守者に発注した請求項 1 2 記載のプラズマ処理システムの動作性能状況を示す性能状況情報の閲覧を公衆回線を介して要求する購入発注者側情報端末と、

販売保守者が前記性能状況情報をアップロードする販売保守者側情報端末と、  
前記購入発注者側情報端末の要求に応答して、販売保守者側情報端末からアップロードされた性能状況情報を購入発注者側情報端末に提供する性能状況情報提供手段と、

を具備することを特徴とするプラズマ処理システムの性能確認システム。

【請求項 2 3】 性能状況情報が、前記交流抵抗のばらつきの値を含むことを特徴とする請求項 2 2 記載のプラズマ処理システムの性能確認システム。

【請求項 2 4】 性能状況情報が、カタログまたは仕様書として出力されることを特徴とする請求項 2 2 記載のプラズマ処理システムの性能確認システム。

【請求項 2 5】 プラズマを励起するための電極を有するプラズマ処理室と、前記電極に高周波電力を供給するための高周波電源と、入力端子と出力端子とを有し該入力端子に前記高周波電源が接続され前記出力端子に前記電極が接続されこれら入出力端子の間に接地電位部分が接続されるとともに前記プラズマ処理室と前記高周波電源とのインピーダンス整合を得るための整合回路と、を具備するプラズマ処理室ユニットを複数具備するプラズマ処理装置の検査方法であって、

前記それぞれのプラズマ処理室ユニットの整合回路において、前記入力端子側から測定した交流抵抗  $R_A$  のうち、その最大値  $R_{A_{\max}}$  と最小値  $R_{A_{\min}}$  とのば

らつきを、

$$\langle RA \rangle = (RA_{\max} - RA_{\min}) / (RA_{\max} + RA_{\min})$$

とするとともに、

前記それぞれのプラズマ処理室ユニットの整合回路において、前記出力端子側から測定した交流抵抗RBのうち、その最大値RB<sub>max</sub>と最小値RB<sub>min</sub>とのばらつきを、

$$\langle RB \rangle = (RB_{\max} - RB_{\min}) / (RB_{\max} + RB_{\min})$$

とし、これらの値が所定の範囲の値に設定されてなることを特徴とするプラズマ処理装置の検査方法。

【請求項26】 前記入力端子側交流抵抗RAの測定範囲が、前記出力端子への接続を切断し、前記入力端子とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることを特徴とする請求項25記載のプラズマ処理装置の検査方法。

【請求項27】 前記プラズマ処理装置が前記高周波電源と前記入力端子とが高周波電力給電体を介して接続され、

前記入力端子側交流抵抗RAの測定範囲が、前記出力端子への接続を切断し、前記高周波電力給電体の前記高周波電源側端部とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることを特徴とする請求項25記載のプラズマ処理装置の検査方法。

【請求項28】 前記出力端子側交流抵抗RBの測定範囲が、前記入力端子への接続を切断し、前記出力端子とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることを特徴とする請求項25記載のプラズマ処理装置の検査方法。

【請求項29】 前記プラズマ処理装置が前記電極と前記出力端子とが高周波電力配電体を介して接続され、

前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定範囲が、前記入力端子への接続を切断し、前記高周波電力配電体の前記電極側端部とされる測定位置から測定した範囲に設定されてなることを特徴とする請求項 25 記載のプラズマ処理装置の検査方法。

【請求項 30】 前記交流抵抗が、前記高周波電源の高周波電力の周波数における値に設定されてなることを特徴とする請求項 25 記載のプラズマ処理装置の検査方法。

【請求項 31】 前記所定の値が 0.5 より小さい範囲の値に設定されてなることを特徴とする請求項 25 記載のプラズマ処理装置の検査方法。

【請求項 32】 前記所定の値が 0.4 より小さい範囲の値に設定されてなることを特徴とする請求項 31 記載のプラズマ処理装置の検査方法。

【請求項 33】 前記入出力端子の間で前記接地電位部分に接続される接続点が複数ある場合には、前記接続点のうち 1 の接続点のみを前記接地電位部分に接続するよう他の接続点を切断した状態とし、かつ、各々接続する接続点を切り替えて、それぞれ前記交流抵抗を測定することを特徴とする請求項 25 記載のプラズマ処理装置の検査方法。

【請求項 34】 プラズマを励起するための電極を有するプラズマ処理室と、前記電極に高周波電力を供給するための高周波電源と、入力端子と出力端子とを有し該入力端子に前記高周波電源が接続され前記出力端子に前記電極が接続されこれら入出力端子の間に接地電位部分が接続されるとともに前記プラズマ処理室と前記高周波電源とのインピーダンス整合を得るための整合回路と、を具備するプラズマ処理装置を複数具備するプラズマ処理システムの検査方法であって

前記それぞれのプラズマ処理室に対応する整合回路において、前記入力端子側から測定した交流抵抗  $R_A$  のうち、その最大値  $R_{A_{\max}}$  と最小値  $R_{A_{\min}}$  とのばらつきを、

$$\langle R_A \rangle = (R_{A_{\max}} - R_{A_{\min}}) / (R_{A_{\max}} + R_{A_{\min}})$$

とするとともに、

前記それぞれのプラズマ処理室に対応する整合回路において、前記出力端子側から測定した交流抵抗  $R_B$  のうち、その最大値  $R_{B_{\max}}$  と最小値  $R_{B_{\min}}$  とのばらつきを、

$$\langle R_B \rangle = (R_{B_{\max}} - R_{B_{\min}}) / (R_{B_{\max}} + R_{B_{\min}})$$

とし、これらの値を所定の範囲の値に設定することを特徴とするプラズマ処理システムの検査方法。

【請求項 3 5】 前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  の測定範囲が、前記出力端子への接続を切断し、前記入力端子とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることを特徴とする請求項 3 4 記載のプラズマ処理システムの検査方法。

【請求項 3 6】 前記プラズマ処理システムは前記高周波電源と前記入力端子とが高周波電力給電体を介して接続され、

前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  の測定範囲が、前記出力端子への接続を切断し、前記高周波電力給電体の前記高周波電源側端部とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることを特徴とする請求項 3 4 記載のプラズマ処理システムの検査方法。

【請求項 3 7】 前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定範囲が、前記入力端子への接続を切断し、前記出力端子とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることを特徴とする請求項 3 4 記載のプラズマ処理システムの検査方法。

【請求項 3 8】 前記プラズマ処理システムは前記電極と前記出力端子とが高周波電力配電体を介して接続され、

前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定範囲が、前記入力端子への接続を切断し、前記高周波電力配電体の前記電極側端部とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることを特徴とする請求項 3 4 記載のプラズマ処理システムの検査方法。

【請求項 3 9】 前記交流抵抗が、前記高周波電源の高周波電力の周波

数における値に設定されてなることを特徴とする請求項 3 4 記載のプラズマ処理システムの検査方法。

【請求項 4 0】 前記所定の値が 0. 5 より小さい範囲の値に設定されてなることを特徴とする請求項 3 4 記載のプラズマ処理システムの検査方法。

【請求項 4 1】 前記所定の値が 0. 4 より小さい範囲の値に設定されてなることを特徴とする請求項 4 0 記載のプラズマ処理システムの検査方法。

【請求項 4 2】 前記入出力端子の間で前記接地電位部分に接続される接続点が複数ある場合には、前記接続点のうち 1 の接続点のみを前記接地電位部分に接続するよう他の接続点を切断した状態とし、かつ、各々接続する接続点を切り替えて、それぞれ前記交流抵抗を測定することを特徴とする請求項 3 4 記載のプラズマ処理システムの検査方法。

#### 【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、プラズマ処理装置、プラズマ処理システムおよびこれらの性能確認システム、検査方法に係り、特に、複数のプラズマ処理室を有し、機差の低減を目指しながら、より高周波の電力供給に対応して被成膜特性の向上に用いて好適な技術に関する。

【 0 0 0 2 】

#### 【従来の技術】

CVD ( chemical vapor deposition ) 、スパッタリング、ドライエッチング、アッシング等のプラズマ処理をおこなうプラズマ処理装置の一例としては、従来から、図 3 2 に示すような、いわゆる 2 周波励起タイプのものが知られている。

図 3 2 に示すプラズマ処理装置は、高周波電源 1 とプラズマ励起電極 4 との間に整合回路 2 A が介在されている。整合回路 2 A はこれら高周波電源 1 とプラズマ励起電極 4 との間のインピーダンスの整合を得るための回路として設けられている。

## 【 0 0 0 3 】

高周波電源 1 からの高周波電力は整合回路 2 A を通して給電板 3 によりプラズマ励起電極 4 へ供給される。この整合回路 2 A は導電体からなるハウジングにより形成されるマッチングボックス 2 内に収納されており、プラズマ励起電極 4 および給電板 3 は、導体からなるシャーシ 2 1 によって覆われている。

プラズマ励起電極（カソード電極）4 の下側には環状の凸部 4 a が設けられるとともに、このプラズマ励起電極（カソード電極）4 の下には、多数の孔 7 が形成されているシャワープレート 5 が凸部 4 a に接して設けられている。これらプラズマ励起電極 4 とシャワープレート 5 との間には空間 6 が形成されている。この空間 6 にはガス導入管 1 7 が接続されており、導体からなるガス導入管 1 7 の途中には絶縁体 1 7 a が挿入されてプラズマ励起電極 1 4 側とガス供給源側とが絶縁されている。

## 【 0 0 0 4 】

ガス導入管 1 7 から導入されたガスは、シャワープレート 5 の孔 7 を介してチャンバ壁 1 0 により形成されたチャンバ室 6 0 内に供給される。なお、符号 9 はチャンバ壁 1 0 とプラズマ励起電極（カソード電極）4 とを絶縁する絶縁体である。また、排気系の図示は省略してある。

一方、チャンバ室 6 0 内には基板 1 6 を載置しプラズマ励起電極ともなるウエハサセプタ（サセプタ電極）8 が設けられておりその周囲にはサセプタシールド 1 2 が設けられている。

## 【 0 0 0 5 】

サセプタシールド 1 2 はサセプタ電極 8 を受けるシールド支持板 1 2 A と、このシールド支持板 1 2 A の中央部に垂下形成された筒型の支持筒 1 2 B とからなり、支持筒 1 2 B はチャンバ底部 1 0 A を貫通して設けられるとともに、この支持筒 1 2 B の下端部とチャンバ底部 1 0 A とがベローズ 1 1 により密閉接続されている。

ウエハサセプタ 8 およびサセプタシールド 1 2 は、これらの隙間がシャフト 1 3 の周囲の設けられた電気絶縁物からなる絶縁手段 1 2 C によって真空絶縁されるとともに電氣的にも絶縁されている。また、ウエハサセプタ 8 およびサセプタ

シールド 1 2 は、ベローズ 1 1 により上下動可能となっており、プラズマ励起電極 4, 8 間の距離の調整ができる。

ウエハサセプタ 8 には、シャフト 1 3 およびマッチングボックス 1 4 内に収納された整合回路を介して第 2 の高周波電源 1 5 が接続されている。なお、チャンバ壁 1 0 とサセプタシールド 1 2 とは直流的に同電位となっている。

【 0 0 0 6 】

図 3 3 に従来のプラズマ処理装置の他の例を示す。図 3 2 に示すプラズマ処理装置とは異なり、図 3 3 に示すプラズマ処理装置は 1 周波励起タイプのプラズマ処理装置である。すなわち、カソード電極 4 にのみ高周波電力を供給しており、サセプタ電極 8 は接地されている。図 3 2 で示される高周波電源 1 5 とマッチングボックス 1 4 が省略されている。また、サセプタ電極 8 とチャンバ壁 1 0 とは直流的に同電位となっている。

【 0 0 0 7 】

上記のプラズマ処理装置においては、一般的に 1 3 . 5 6 M H z 程度の周波数の電力を投入して、両電極 4, 8 の間でプラズマを生成し、このプラズマにより、C V D ( chemical vapor deposition)、スパッタリング、ドライエッチング、アッシング等のプラズマ処理をおこなうものである。

【 0 0 0 8 】

そして、このようなプラズマ処理装置の動作確認および、動作の評価方法としては、例えば、以下のように実際に成膜等の処理をおこない、この被成膜特性を評価するというような方法でおこなっていた。

( 1 ) 堆積速度と膜面内均一性

- ①基板上にプラズマ C V D により所望の膜を成膜する。
- ②レジストのパターニングをおこなう。
- ③膜をドライエッチングする。
- ④アッシングによりレジストを剥離する。
- ⑤膜の膜厚段差を触針式段差計により計測する。
- ⑥成膜時間と膜厚から堆積速度を算出する。
- ⑦膜面内均一性は、6 インチ基板面内において 1 6 ポイントで測定する。



(2) BHFエッチングレート

上記(1)①～②と同様にレジストマスクをパターニングする。

③BHF液に1分間基板を浸漬する。

④純水洗浄後乾燥し、レジストを硫酸過水( $H_2SO_4 + H_2O_2$ )で剥離する。

⑤上記(1)⑤と同様段差を計測する。

⑥浸漬時間と段差からエッチング速度を算出する。

(3) 絶縁耐圧

①ガラス基板上にスパッタリングにより導電性膜を成膜し、下部電極としてパターニングする。

②プラズマCVDにより絶縁膜を成膜する。

③①と同様の方法で上部電極を形成する。

④下部電極用にコンタクト孔を形成する。

⑤上下電極にプロービングし、I-V特性(電流電圧特性)を測定する。このとき最大電圧として200V程度まで印加する。

⑥電極面積を $100\mu m$ 角とし、 $100pA$ をよぎるところが、 $1\mu A/cm^2$ に相当するので、この時のVを絶縁耐圧として定義する。

【0009】

さらに、上記のようなプラズマ処理装置に対しては、従来から、半導体および液晶製造に用いられる場合において、プラズマ処理速度(成膜時の堆積速度や、加工速度)が早く生産性が高いこと、そして、被処理基体面内方向におけるプラズマ処理の均一性(膜厚の膜面内方向分布、加工処理ばらつきの膜面内方向分布)に優れていることが、近年、被処理基板の大型化に伴って、一段と強まっている。また、被処理基板の大型化に伴い、投入電力量もkWオーダーが投入されるまで増大し、電力消費量が増す傾向にある。このため、電源の高容量化に伴い、電源の開発コストが増大するとともに、装置稼働時には電力使用が増すことからランニングコストを削減することが望まれている。

また、電力消費量が増大することは、環境負荷となる二酸化炭素の排出量が増大する。これは、被処理基板の大型化に伴ってさらに放出量が増大するとともに電力消費効率をさらに下げてしまうため電力消費量が増大するので、この二酸化

炭素の放出量削減への要求も高くなっている。

一方、プラズマ励起周波数として、従来一般的であった 13.56MHz に対して、これを越える 30MHz 以上の VHF 帯の周波数を用いるなど、高周波数化を図ることで、生成するプラズマ密度を向上させることができる。その結果として、プラズマ CVD などの堆積装置においては、成膜時の堆積速度を向上させることができる可能性が示されていた。

#### 【0010】

さらに、上記のようなプラズマチャンバを複数有するプラズマ処理装置に対しては、個々のプラズマチャンバに対して、特に、プラズマ処理室のみならず、整合回路をも含めたプラズマチャンバに対して、プラズマ処理の機差をなくし、異なるプラズマチャンバにおいて処理をおこなった被処理基板においても、プラズマ処理速度（成膜時の堆積速度や、加工速度）や生産性、そして、被処理基体面内方向におけるプラズマ処理の均一性（膜厚の膜面内方向分布等の、処理のばらつきをなくしたいという要求がある。

同時に、プラズマチャンバを複数有するプラズマ処理装置に対しては、個々のプラズマチャンバに対して、供給するガス流量や圧力、供給電力、処理時間等の外部パラメータが等しい同一のプロセスレシピを適用して、略同一のプラズマ処理結果が得られることが望まれている。

そして、プラズマ処理装置の新規設置時や調整・保守点検時において、複数のプラズマチャンバごとの機差をなくして処理のばらつきをなくし同一のプロセスレシピにより略同一の処理結果を得るために必要な調整時間の短縮が求められるとともに、このような調整に必要なコストの削減が要求されていた。

#### 【0011】

さらに、上記のようなプラズマ処理装置を複数有するプラズマ処理システムに対しても、同様に、各プラズマ処理装置における個々のプラズマチャンバに対して、プラズマ処理の機差をなくしたいという要求が存在していた。

#### 【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記のプラズマ処理装置においては、13.56MHz 程度の周波数

の電力を投入するように設計されており、これ以上の周波数の電力を投入することに対応していない。より具体的には、高周波電力を投入する部分、つまり、プラズマ処理をおこなうプラズマ処理室のみならず整合回路をも含むプラズマチャンバ全体としては、インピーダンス、共振周波数特性等の電気的高周波的な特性が考慮されておらず、13.56MHz程度以上の周波数の電力を投入した場合、電力消費効率があがらず、成膜時に堆積速度を向上することができないばかりか、むしろ、堆積速度が遅くなる場合があったという不具合が生じていた。さらに投入する電力をより高周波数化すると、周波数の上昇に伴って、生成されるプラズマ密度は上昇してピークを迎え、その後、減少に転じて、ついにはグロー放電できなくなってしまう高周波数化の意味がなくなってしまうという不具合が生じていた。

## 【0013】

プラズマチャンバを複数有するプラズマ処理装置やプラズマ処理システムにおいては、各プラズマチャンバ、つまり、各プラズマ処理室および整合回路の電気的高周波的な特性は、それぞれの機械的な寸法等、その形状によって規定されている。しかし、それぞれのプラズマチャンバを構成する各部品は、製造時における加工上、必ず機械的公差により寸法等のばらつきを有している。そして、これらの各部品を組み立ててプラズマチャンバを製造する段階で、各プラズマチャンバにおける機械的寸法等の形状に、組み立て公差によるばらつきが加わる。さらに、各部品の組み立て後には採寸をすることができない箇所も存在し、プラズマチャンバ全体として当初の設計どおりの電気的高周波的な特性を有するように組み立てが終了したか否か定量的に知りうる手段がなく、各プラズマチャンバの電気的高周波的な特性の機差を知りうる手段がないという問題があった。

## 【0014】

このため、次のような不具合が生じていた。

プラズマチャンバを複数有するプラズマ処理装置やプラズマ処理システムに対しては、複数のプラズマチャンバに対してインピーダンス、共振周波数特性等の電気的高周波的な特性の機差をなくすという設計がなされていないため、個々のプラズマチャンバにおいて、プラズマ空間で消費される実効的な電力や、発生す

るプラズマ密度等がそれぞれ均一になっていない可能性がある。

このため、複数のプラズマチャンバに対して同一のプロセスレシピを適用しているにも関わらず、同一のプラズマ処理結果が得られない可能性がある。

したがって、同じプラズマ処理結果を得るためには、個々のプラズマチャンバごとに、それぞれ供給するガス流量や圧力、供給電力、処理時間等の外部パラメータと上記の(1)～(3)のような評価方法による処理結果とを比較して、これらの相関関係を把握する必要があるが、そのデータ量は膨大なものになり、すべてをおこなうことが困難である。

#### 【0015】

そして、このようなプラズマ処理装置の動作確認および、動作の評価方法として、上記の(1)～(3)のような検査方法を採用した場合には、適正な動作をしているかどうかの確認をするためにはプラズマ処理装置を作動させることが必要である上に、プラズマ処理装置の設置場所とは別の検査場所などにおいて被処理基板を複数のステップにより処理測定する必要がある。

このため、評価結果がでるまでには数日、あるいは数週間がかかり、その期間製造ラインを停止しなかった場合、プラズマ処理をおこなった被処理基板の特性は未知であり、仮に、プラズマ処理装置の状態がよくなかった際には、製品としての基準に達しないものを生産してしまうおそれがあるため、より簡便な方法でプラズマ処理装置の動作を適正な状態に維持したいという要求があった。

#### 【0016】

さらに、複数のプラズマチャンバを有するプラズマ処理装置やプラズマ処理システムに対して上記の(1)～(3)のような検査方法を採用した場合には、新規設置時や調整・保守点検時において、複数のプラズマチャンバごとの機差をなくして処理のばらつきをなくし、同一のプロセスレシピにより同一処理結果を得るために必要な調整時間が、月単位で必要となってしまう。このため、調整期間の短縮が求められるとともに、このような調整に必要な検査用基板等の費用、この検査用基板の処理費用、および、調整作業に従事する作業員の人件費等、コストが膨大なものになるという問題があった。

#### 【0017】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、以下の目的を達成しようとするものである。

- ① 複数のプラズマチャンバに対して整合回路の交流抵抗の電気的高周波的な特性の均一化を図ること。
- ② 複数のプラズマチャンバに対して同一のプロセスレシピを適用した際に、プラズマ処理結果の均一化を図ること。
- ③ 複数のプラズマチャンバに対する膨大なデータから外部パラメータと上記（１）～（３）のような評価方法による処理結果との相関関係によるプロセス条件の把握を不必要とすること。
- ④ 同一のプロセスレシピにより略同一処理結果を得るために必要な調整時間を短縮すること。
- ⑤ 被処理基体面内方向におけるプラズマ処理の均一性（膜厚の膜面内方向分布、加工処理ばらつきの膜面内方向分布）の向上、および、プラズマＣＶＤ、スパッタリングなどの堆積装置においては、堆積した膜における絶縁耐圧等の膜特性の向上を図ること。
- ⑥ 電力の消費効率を向上し、同等の処理速度もしくは膜特性を得るために、従来より少ない投入電力ですむよう、電力損失の低減を図ること。
- ⑦ ランニングコストおよび調整にかかる費用の削減を図るとともに、生産性の向上を図ること。
- ⑧ 適正な動作状態に簡便に維持可能なプラズマ処理装置およびプラズマ処理システムを提供すること。

【 0 0 1 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明のプラズマ処理装置は、プラズマを励起するための電極を有するプラズマ処理室と、前記電極に高周波電力を供給するための高周波電源と、入力端子と出力端子とを有し該入力端子に前記高周波電源が接続され前記出力端子に前記電極が接続されこれら入出力端子の間に接地電位部分が接続されるとともに前記プラズマ処理室と前記高周波電源とのインピーダンス整合を得るための整合回路と、を具備するプラズマ処理室ユニットを複数具備するプラズマ処理装置であって

前記それぞれのプラズマ処理室ユニットの整合回路において、前記入力端子側から測定した交流抵抗  $R_A$  のうち、その最大値  $R_{A_{\max}}$  と最小値  $R_{A_{\min}}$  とのばらつきが、

$$\langle R_A \rangle = (R_{A_{\max}} - R_{A_{\min}}) / (R_{A_{\max}} + R_{A_{\min}})$$

とされるときに、

前記それぞれのプラズマ処理室ユニットの整合回路において、前記出力端子側から測定した交流抵抗  $R_B$  のうち、その最大値  $R_{B_{\max}}$  と最小値  $R_{B_{\min}}$  とのばらつきが、

$$\langle R_B \rangle = (R_{B_{\max}} - R_{B_{\min}}) / (R_{B_{\max}} + R_{B_{\min}})$$

とされ、これらの値が所定の範囲の値に設定されてなることにより上記課題を解決した。

本発明においては、前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  の測定範囲が、前記出力端子への接続を切断し、前記入力端子とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることができる。

本発明においては、前記高周波電源と前記入力端子とが高周波電力給電体を介して接続され、

前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  の測定範囲が、前記出力端子への接続を切断し、前記高周波電力給電体の前記高周波電源側端部とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることができる。

本発明においては、前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定範囲が、前記入力端子への接続を切断し、前記出力端子とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることができる。

本発明においては、前記電極と前記出力端子とが高周波電力配電体を介して接続され、

前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定範囲が、前記入力端子への接続を切断し、前記高周波電力配電体の前記電極側端部とされる測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることができる。

本発明においては、前記入出力端子の間で前記接地電位部分に接続される接続点が複数ある場合には、前記接続点のうち 1 の接続点のみが前記接地電位部分に接続するよう他の接続点を切断した状態とされ、かつ、各々接続する接続点を切り替えて、それぞれ前記交流抵抗を測定する手段を採用することができる。

本発明においては、前記交流抵抗が、前記高周波電源の高周波電力の周波数における値に設定されてなることができる。

本発明においては、前記所定の値が 0.5 より小さい範囲の値に設定されてなるか好ましく、より好ましくは、前記所定の値が 0.4 より小さい範囲の値に設定されてなることができる。

本発明のプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの性能確認システムにおいては、購入発注者が販売保守者に発注した前記プラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの動作性能状況を示す性能状況情報の閲覧を公衆回線を介して要求する購入発注者側情報端末と、

販売保守者が前記性能状況情報をアップロードする販売保守者側情報端末と、前記購入発注者側情報端末の要求に応答して、販売保守者側情報端末からアップロードされた性能状況情報を購入発注者側情報端末に提供する性能状況情報提供手段と、を具備することができる。

本発明においては、性能状況情報が、前記交流抵抗のばらつきの値を含むことができ、また、性能状況情報が、カタログまたは仕様書として出力されることができる。

本発明のプラズマ処理システムは、プラズマを励起するための電極を有するプラズマ処理室と、前記電極に高周波電力を供給するための高周波電源と、入力端子と出力端子とを有し該入力端子に前記高周波電源が接続され前記出力端子に前記電極が接続されこれら入出力端子の間に接地電位部分が接続されるとともに前記プラズマ処理室と前記高周波電源とのインピーダンス整合を得るための整合回路と、を具備するプラズマ処理装置を複数具備するプラズマ処理システムであっ

て、

前記それぞれのプラズマ処理室に対応する整合回路において、前記入力端子側から測定した交流抵抗  $RA$  のうち、その最大値  $RA_{\max}$  と最小値  $RA_{\min}$  とのばらつきが、

$$\langle RA \rangle = (RA_{\max} - RA_{\min}) / (RA_{\max} + RA_{\min})$$

とされるとき、

前記それぞれのプラズマ処理室に対応する整合回路において、前記出力端子側から測定した交流抵抗  $RB$  のうち、その最大値  $RB_{\max}$  と最小値  $RB_{\min}$  とのばらつきが、

$$\langle RB \rangle = (RB_{\max} - RB_{\min}) / (RB_{\max} + RB_{\min})$$

とされ、これらの値が所定の範囲の値に設定されてなることにより上記課題を解決した。

本発明におけるプラズマ処理装置の検査方法は、プラズマを励起するための電極を有するプラズマ処理室と、前記電極に高周波電力を供給するための高周波電源と、入力端子と出力端子とを有し該入力端子に前記高周波電源が接続され前記出力端子に前記電極が接続されこれら入出力端子の間に接地電位部分が接続されるときに前記プラズマ処理室と前記高周波電源とのインピーダンス整合を得るための整合回路と、を具備するプラズマ処理室ユニットを複数具備するプラズマ処理装置の検査方法であって、

前記それぞれのプラズマ処理室ユニットの整合回路において、前記入力端子側から測定した交流抵抗  $RA$  のうち、その最大値  $RA_{\max}$  と最小値  $RA_{\min}$  とのばらつきを、

$$\langle RA \rangle = (RA_{\max} - RA_{\min}) / (RA_{\max} + RA_{\min})$$



とするとともに、

前記それぞれのプラズマ処理室ユニットの整合回路において、前記出力端子側から測定した交流抵抗  $R_B$  のうち、その最大値  $R_{B_{\max}}$  と最小値  $R_{B_{\min}}$  とのばらつきを、

$$\langle R_B \rangle = (R_{B_{\max}} - R_{B_{\min}}) / (R_{B_{\max}} + R_{B_{\min}})$$

とし、これらの値が所定の範囲の値に設定されてなることにより上記課題を解決した。

本発明のプラズマ処理システムの検査方法においては、プラズマを励起するための電極を有するプラズマ処理室と、前記電極に高周波電力を供給するための高周波電源と、入力端子と出力端子とを有し該入力端子に前記高周波電源が接続され前記出力端子に前記電極が接続されこれら入出力端子の間に接地電位部分が接続されるとともに前記プラズマ処理室と前記高周波電源とのインピーダンス整合を得るための整合回路と、を具備するプラズマ処理装置を複数具備するプラズマ処理システムの検査方法であって、

前記それぞれのプラズマ処理室に対応する整合回路において、前記入力端子側から測定した交流抵抗  $R_A$  のうち、その最大値  $R_{A_{\max}}$  と最小値  $R_{A_{\min}}$  とのばらつきを、

$$\langle R_A \rangle = (R_{A_{\max}} - R_{A_{\min}}) / (R_{A_{\max}} + R_{A_{\min}})$$

とするとともに、

前記それぞれのプラズマ処理室に対応する整合回路において、前記出力端子側から測定した交流抵抗  $R_B$  のうち、その最大値  $R_{B_{\max}}$  と最小値  $R_{B_{\min}}$  とのばらつきを、

$$\langle R_B \rangle = (R_{B_{\max}} - R_{B_{\min}}) / (R_{B_{\max}} + R_{B_{\min}})$$

とし、これらの値を所定の範囲の値に設定することにより上記課題を解決した。

【 0 0 1 9 】

本発明においては、それぞれのプラズマ処理室に対応するプラズマチャンバ（プラズマ処理室ユニット）において、その整合回路の前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  および前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  の最大値と最小値のばらつきを、それぞれ以下の式（14 A）（14 B）

$$\langle R_A \rangle = (R_{A_{\max}} - R_{A_{\min}}) / (R_{A_{\max}} + R_{A_{\min}}) \quad (14 A)$$

$$\langle R_B \rangle = (R_{B_{\max}} - R_{B_{\min}}) / (R_{B_{\max}} + R_{B_{\min}}) \quad (14 B)$$

として定義し、この値  $\langle R_A \rangle$ 、 $\langle R_B \rangle$  を所定の範囲の値に設定することで、複数のプラズマチャンバ（プラズマ処理室ユニット）に対してインピーダンスに寄与する交流抵抗の値、つまり、電気的高周波的な特性の機差をなくすることが可能となり、これにより、インピーダンス特性などを指標とする一定の管理幅内に複数のプラズマチャンバを設定することが可能となるので、個々のプラズマチャンバにおいて、プラズマ空間で消費される実効的な電力をそれぞれ略均一にすることができる。

その結果、複数のプラズマチャンバに対して同一のプロセスレシピを適用して、略同一のプラズマ処理結果を得ること、つまり、複数のプラズマチャンバにおいて例えば成膜をおこなった際に、膜厚、絶縁耐圧、エッチングレート等、略均一な膜特性の膜を得ることが可能となる。

【 0 0 2 0 】

この交流抵抗は、機械的な構造をその多くの要因としてきまる電気的高周波的な特性であり、各実機（プラズマチャンバ）ごとに異なっていると考えられる。上記の範囲に、この交流抵抗を設定することにより、各実機に対しても、従来考慮されていなかったその全般的な電気的高周波的な特性を設定することが可能となり、プラズマ発生の安定性を期待することができる。その結果、動作安定性が高く、各プラズマチャンバで均一な動作が期待できるプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムを提供することが可能となる。

これにより、複数のプラズマチャンバに対する膨大なデータから外部パラメータと実際の基板を処理するような評価方法による処理結果との相関関係によるプロセス条件の把握を不必要とすることができる。したがって、新規設置時や調整・保守点検時に、各プラズマチャンバごとの機差をなくして処理のばらつきをなくし同一のプロセスレシピにより略同一処理結果を得るために必要な調整時間が、基板への実際の成膜等による従来の検査方法を採用した場合に比べて、大幅に短縮することができる。また、このような調整に必要な検査用基板等の費用、この検査用基板の検査処理費用、および、調整作業に従事する作業員の人件費等、コストを削減することが可能となる。

## 【 0 0 2 1 】

ここで、交流抵抗の定義について説明する。

整合回路は、プラズマ処理室内のプラズマ状態等の変化に対応してインピーダンスを調整するために、その多くは複数の受動素子を具備する構成とされている。

図 3 は整合回路 2 A を示す模式図である。

具体的には、整合回路 2 A の構成例として、図 3 に示すように、高周波電源 1 とプラズマ放電用の電極 4 との間に、インダクタンスコイル 2 3 とチューニングコンデンサ 2 4 とが直列に設けられ、さらに、入力端子とされる測定位置 P R 3 とインダクタンスコイル 2 3 との間である分岐点 B 1 には、他のロードコンデンサ 2 2 が高周波電源 1 からチューニングコンデンサ 2 4 に対して並列に接続され、その一端が接地電位部分（マッチングボックス）2 に接続されてアースされている構成が挙げられる。

そして、これ以外にも、整合回路 2 A の電気的高周波的な要因として、前記の各受動素子を接続する導体や同軸ケーブルのような要因も存在している。これらの導体や同軸ケーブルは、交流的に、レジスタンスやインダクタンスを有しており、交流電流を流した際に、寄生的に抵抗が存在している。そして、受動素子としてレジスタンスを考慮していないインダクタンスコイル 2 3 等においても同様にレジスタンスは寄生的に存在している。

## 【 0 0 2 2 】

図 4 は整合回路における寄生抵抗を説明するための模式回路図である。

これらの寄生抵抗としては、具体的には図 4 に示すように、入力端子とされる測定位置 P R 3 とインダクタンスコイル 2 3 とを接続する導体 R 1 における寄生抵抗  $R_{R1}$  と、ロードコンデンサ 2 2 と接地電位部分（マッチングボックス） 2 とを接続する導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$  と、インダクタンスコイル 2 3 における寄生抵抗  $R_{LT}$  と、を考慮することができる。

このような整合回路 2 A の受動素子および回路を構成する導体等までも考慮して、入力端子側から、および出力端子側から、整合回路 2 A の交流適応を測定する。このとき、後述するように整合回路 2 A のインピーダンス測定範囲を規定し、このインピーダンス測定範囲に対して、供給する電力周波数  $f_e$  を含む範囲に測定周波数を設定してインピーダンスのベクトル量 ( $Z, \theta$ ) を測定することにより、整合回路 2 A のインピーダンスを計測する。ここで、例えば 1 3. 5 6 M H z, 2 7. 1 2 M H z, 4 0. 6 8 M H z 等の値に設定される電力周波数  $f_e$  に対応して、測定周波数を例えば 1 M H z ~ 1 0 0 M H z 程度の範囲に設定することができる。

整合回路 2 A の前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  としては、図 4 に  $I_{RA}$  で示すように、入力端子とされる測定位置 P R 3 から分岐点 B 1 を経て接地電位部分まで、つまり、導体 R 1 における寄生抵抗  $R_{R1}$  と、導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$  とを測定することになる。また、整合回路 2 A の前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  としては、図 4 に  $I_{RB}$  で示すように、出力端子とされる測定位置 P R から分岐点 B 1 を経て接地電位部分まで、つまり、インダクタンスコイル 2 3 における寄生抵抗  $R_{LT}$  と、導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$  とを測定することになる。

これにより、高周波電源から電極へ至る部分である整合回路 2 A の入力端子から出力端子に至るまでの寄生抵抗を考慮することが可能となる。

ここで、寄生抵抗  $R_{R1}$  および  $R_{LT}$  においては、分岐点 B 1 からチューニングコンデンサ 2 4 までの導体の抵抗値をも含むものとみなすことができる。

### 【 0 0 2 3 】

次に、プラズマチャンバにおける整合回路の交流抵抗測定範囲（高周波数特性測定範囲）について説明する。

プラズマチャンバの整合回路には、その入力端子に高周波電力給電体（給電線）を介して高周波電源が接続され、出力端子に高周波電力配電体（給電板）を介して電極が接続されるとともに、これら入出力端子の間に接地電位部分が接続される。この整合回路において、出力端子における接続を切り離した状態で、入力端子側交流抵抗  $R_A$  として、入力端子側から接地電位部分に至る整合回路 2 A の部分を前記測定範囲と定義することができる。さらに、入力端子における接続を切り離した状態で、出力端子側交流抵抗  $R_B$  として、出力端子側から接地電位部分に至る整合回路 2 A の部分を前記測定範囲と定義することができる。

このとき、入力端子側、出力端子側それぞれの測定位置としては、例えば、図 4 に P R 3 で示すように、入力端子側交流抵抗  $R_A$  では前記入力端子が、また、図 4 に P R で示すように、出力端子側交流抵抗  $R_B$  では前記出力端子が適用される。

これにより、整合回路 2 A の入力端子から出力端子に至るまでの交流抵抗を測定することが可能となる。

#### 【 0 0 2 4 】

このように、本発明においては、前記それぞれのプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）の整合回路において、前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  の測定範囲が、前記出力端子への接続を切断し、前記入力端子とされる図 4 に P R 3 で示す測定位置からへの接続を切断し、その測定位置測定した範囲に設定されてなることにより、整合回路も含めた複数のプラズマチャンバに対し、電気的高周波的な特性の機差をなくすことが可能となり、個々のプラズマチャンバにおいてプラズマ空間で消費される実効的な電力の略均一性を高めることができ、これに同一のプロセスレシピを適用して、測定範囲に整合回路を含めない場合に比べて、略均一性の高いプラズマ処理結果を得ることができる。

#### 【 0 0 2 5 】

また、本発明においては、上記の前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  の測定位置に変えて、前記それぞれのプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）において、前記出力端子への接続を切断し、前記高周波電力給電体（給電線）の前記高周波電源側端部とされる図 3 に P R 2 で示す測定位置への接続を切断し、その測定位

置から測定した範囲に設定されてなることにより、測定範囲に高周波電力給電体を含めない場合に比べて、整合回路だけでなく、高周波電力給電体も含めて複数のプラズマチャンバに対し、電気的高周波的な特性の機差をなくすことが可能となり、個々のプラズマチャンバにおいてプラズマ空間で消費される実効的な電力の略均一性をさらに高めることができ、これに同一のプロセスレシピを適用して、高周波電力給電体を含めない場合に比べて、さらに略同一性の高いプラズマ処理結果を得ることができる。

## 【 0 0 2 6 】

さらに、本発明においては、前記それぞれのプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）の整合回路において、前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定範囲が、前記入力端子への接続を切断し、前記出力端子とされる図 4 に  $P_R$  で示す測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることにより、整合回路も含めた複数のプラズマチャンバに対し、電気的高周波的な特性の機差をなくすことが可能となり、個々のプラズマチャンバにおいてプラズマ空間で消費される実効的な電力の略均一性を高めることができ、これに同一のプロセスレシピを適用して、測定範囲に整合回路を含めない場合に比べて、略同一性の高いプラズマ処理結果を得ることができる。

## 【 0 0 2 7 】

また、本発明においては、上記の前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定位置に変えて、前記それぞれのプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）において、前記出力端子への接続を切断し、前記高周波電力配電体（給電板）の前記電極側端部とされる図 3 に  $P_R 4$  で示す測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲ことにより、測定範囲に高周波電力配電体を含めない場合に比べて、整合回路だけでなく、高周波電力配電体（給電板）も含めて複数のプラズマチャンバに対し、電気的高周波的な特性の機差をなくすことが可能となり、個々のプラズマチャンバにおいてプラズマ空間で消費される実効的な電力の略均一性をさらに高めることができ、これに同一のプロセスレシピを適用して、高周波電力配電体（給電板）を含めない場合に比べて、さらに略同一性の高いプラズマ処理結果を得ることができる。

## 【 0 0 2 8 】

また、本発明においては、前記所定の値を 0.5 より小さい範囲に設定することにより、略同一の条件で積層をおこなったプラズマチャンバにおいて、膜厚のばらつきの値を±7%の範囲におさめる等、プラズマ処理の均一性を維持することが可能になる。

## 【 0 0 2 9 】

さらに、上記の所定の値を 0.4 より小さい範囲に設定することで、複数のプラズマチャンバに対して、インピーダンス、インピーダンスの実部である交流抵抗、共振周波数特性、容量等の電気的高周波的な特性の機差をなくすることが可能となり、これにより、インピーダンス特性を指標とする一定の管理幅内に複数のプラズマチャンバを設定することが可能となるので、個々のプラズマチャンバにおいて、プラズマ空間で消費される実効的な電力をそれぞれ略均一にすることができる。

その結果、複数のプラズマチャンバに対して同一のプロセスレシピを適用して、略同一のプラズマ処理結果を得ること、つまり、複数のプラズマチャンバにおいて例えば成膜をおこなった際に、膜厚、絶縁耐圧、エッチングレート等、略均一な膜特性の膜を得ることが可能となる。具体的には、上記のばらつきの値を 0.4 より小さい範囲に設定することにより、略同一の条件で積層をおこなったプラズマチャンバにおいて、膜厚のばらつきの値を±3%の範囲におさめることができる。

## 【 0 0 3 0 】

また、本発明においては、前記交流抵抗が、前記高周波電源の高周波電力の周波数における値に設定されてなる手段を採用することにより、プラズマ発生時におけるプラズマチャンバの電気的高周波的な特性の機差をなくすることが可能となり、これにより、インピーダンス特性などを指標とする一定の管理幅内にプラズマ発生時における複数のプラズマチャンバを設定することが可能となるので、個々のプラズマチャンバにおいて、プラズマ空間で消費される実効的な電力をそれぞれ略均一にすることができる。

ここで、プラズマチャンバの電気的高周波的な特性として、レジスタンス R を

採用することにより、これらレジスタンス $R$ とリアクタンス $X$ とのベクトル量であるインピーダンス $Z$ を見ることに比べて、より直接的にプラズマチャンバのプラズマ励起する周波数における電気的高周波数的特性を捉えることができる。

#### 【 0 0 3 1 】

また、本発明において、交流抵抗測定時における各プラズマチャンバと高周波特性測定器との間の高周波特性 $A$ がそれぞれ等しく設定されてなることができる、これにより、複数のプラズマチャンバに対して、高周波特性測定器からの交流抵抗、インピーダンス等の測定値を、いずれも、設定された測定位置に対して、それぞれの測定位置から高周波特性測定器までの高周波特性測定値に対して補正をおこなった値と同等と見なすことができるため、交流抵抗、インピーダンス等の高周波特性の算出の補正が事実上不要となり、実測値の換算が不要となるので、作業効率を向上することができる。

具体的に上記を実現する手段としては、各プラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）における、前記測定位置から高周波特性測定器までの同軸ケーブルの長さを等しくする等の手段を適応することができる。

#### 【 0 0 3 2 】

なお、本発明において、個々のプラズマ処理装置に設けられたプラズマチャンバの数、および、プラズマ処理システムにおけるプラズマ処理装置の数およびプラズマチャンバの数は任意に設定することができる。

そして、プラズマ処理装置ごとに、用途が異なりプロセスレシピを一致させる必要がない場合などには上述した交流抵抗 $R_A$ 、 $R_B$ 等の高周波特性の設定条件を、例えばプラズマ処理システム中のプラズマ処理装置ごとに異なった設定とすることも可能である。

#### 【 0 0 3 3 】

さらに、本発明では、第1の高周波電源と、該第1の高周波電源と接続される高周波電極と、前記第1の高周波電源と前記高周波電極との間のインピーダンスの整合を得る整合回路を備えた高周波電極側マッチングボックスと、第2の高周波電源と、前記高周波電極と対向配置され前記第2の高周波電源と接続されるとともに被処理基板を支持するサセプタ電極と、前記第2の高周波電源と前記サセ



プラズマ電極との間のインピーダンスの整合を得る整合回路を備えたサセプラズマ電極側マッチングボックスとを有しする、いわゆる2周波数励起型プラズマCVD処理ユニットにおいても、サセプラズマ側の整合回路に対して交流流抵等の高周波特性を、前述のカソード電極側と同様にして設定することができる。

#### 【0034】

本発明において、前記入出力端子の間で前記接地電位部分に接続される接続点が複数ある場合には、これらの接続点のうち1箇所の接続点のみを前記接地電位部分に接続するよう他の接続点を切断した状態とし、かつ、各々接続する接続点を切り替えて、異なる接続点に対してそれぞれ前記入力端子側交流抵抗および前記出力端子側交流抵抗を測定することにより、整合回路に複数の接続点が存在する場合であっても、各接続点ごとに接続状態を設定して測定範囲を設定し、この測定範囲ごとに異なる状態とされる整合回路の受動素子に対して測定したそれぞれの交流抵抗を、各プラズマチャンバに対して式(14A)(14B)に示すようなばらつきの値を定義して、各測定範囲毎の交流抵抗のばらつきの値を設定することで、個々のプラズマチャンバにおいて、プラズマ空間で消費される実効的な電力をそれぞれ略均一にすることができる。

ここで、各接続状態に対応する測定範囲のうち、交流抵抗のばらつきの値がもっとも大きいものが上記の所定の範囲の値に設定されることが好ましい。

#### 【0035】

本発明のプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの性能確認システムにおいて、販売保守者がアップロードした各プラズマ処理室ユニットの動作性能状況を示す性能状況情報に対して、購入発注者が情報端末から公衆回線を介して閲覧を可能とすることにより、購入発注者に対して、購入時に判断基準となる情報を伝達することが可能となり、かつ、使用時における、プラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの動作性能・保守情報を容易に提供することが可能となる。また、前記性能状況情報が、上述したようにプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムに対する性能パラメータとしての前記交流抵抗 $R_A$ 、 $R_B$ 等の高周波特性を含むことにより、購入発注者のプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムに対する性能判断材料を提供できるとともに、購入時における適切な判断

をすることが可能となる。さらに、前記性能状況情報を、カタログまたは仕様書として出力することができる。

### 【 0 0 3 6 】

本発明におけるプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの検査方法としては、前記それぞれのプラズマ処理室に対応するプラズマチャンバ（プラズマ処理室ユニット）の整合回路において、前記入力端子側から測定した交流抵抗  $RA$  のうち、その最大値  $RA_{\max}$  と最小値  $RA_{\min}$  とのばらつきが、前記式（14A）で示されるように定義されるとともに、前記それぞれのプラズマ処理室ユニットの整合回路において、前記出力端子側から測定した交流抵抗  $RB$  のうち、その最大値  $RB_{\max}$  と最小値  $B_{\min}$  とのばらつきが、前記式（14B）で示されるように定義され、この値が所定の範囲の値に設定されているかどうかを検査することで、複数のプラズマチャンバ（プラズマ処理室ユニット）に対してインピーダンス、共振周波数特性、交流抵抗等の電気的高周波的な特性の機差がなくなる状態に設定されているかどうかを確認することが可能となり、これにより、インピーダンス特性などを指標とする一定の管理幅内に複数のプラズマチャンバを設定することが可能となるので、個々のプラズマチャンバにおいて、プラズマ空間で消費される実効的な電力、発生するプラズマ密度等をそれぞれ略均一にすることができる。

その結果、複数のプラズマチャンバに対して同一のプロセスレシピを適用して、略同一のプラズマ処理結果を得ること、つまり、複数のプラズマチャンバにおいて例えば成膜をおこなった際に、膜厚、絶縁耐圧、エッチングレート等、略均一な膜特性の膜を得ることができる状態にプラズマチャンバを設定することが可能となる。

整合回路を含む各プラズマチャンバの電気的高周波的な特性は、それぞれの機械的な寸法等、その形状によって規定されている。しかし、それぞれのプラズマチャンバを構成する各部品は、製造時における加工上、必ず機械的公差により寸法等のばらつきを有していた。そして、これらの各部品を組み立ててプラズマチャンバを製造する段階で、各プラズマチャンバにおける機械的寸法等の形状に、組み立て公差によるばらつきが加わっていた。さらに、各部品の組み立て後には

採寸することができない箇所も存在していたが、本検査方法を適用することで採寸することなく容易に、かつ、採寸できないものに対しても、定量的にプラズマチャンバの性能を把握でき、電気的高周波的な特性の機差を知ることができる。

## 【 0 0 3 7 】

ここで、本発明のプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの検査方法としては、上記の測定位置に変えて、前記それぞれのプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）の整合回路において、前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  の測定範囲が、前記出力端子への接続を切断し、前記入力端子とされる図 4 に P R 3 で示す測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることにより、整合回路も含めた複数のプラズマチャンバに対し、電気的高周波的な特性の機差をなくすことが可能となり、個々のプラズマチャンバにおいてプラズマ空間で消費される実効的な電力の略均一性を高めることができ、これに同一のプロセスレシピを適用して、測定範囲に整合回路を含めない場合に比べて、略同一性の高いプラズマ処理結果を得ることができる。

## 【 0 0 3 8 】

また、上記の測定位置に変えて、上記の前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  の測定位置に変えて、前記それぞれのプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）において、前記出力端子への接続を切断し、前記高周波電力給電体（給電線）の前記高周波電源側端部とされる図 3 に P R 2 で示す測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲ことにより、測定範囲に高周波電力給電体を含めない場合に比べて、整合回路だけでなく、高周波電力給電体も含めて複数のプラズマチャンバに対し、電気的高周波的な特性の機差をなくすことが可能となり、個々のプラズマチャンバにおいてプラズマ空間で消費される実効的な電力の略均一性をさらに高めることができ、これに同一のプロセスレシピを適用して、高周波電力給電体を含めない場合に比べて、さらに略同一性の高いプラズマ処理結果を得ることができる。

## 【 0 0 3 9 】

さらに、前記それぞれのプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）の整合回路において、前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定範囲が、前記入力端子への接

続を切断し、前記出力端子とされる図 4 に P R で示す測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲に設定されてなることにより、整合回路も含めた複数のプラズマチャンバに対し、電気的高周波的な特性の機差をなくすことが可能となり、個々のプラズマチャンバにおいてプラズマ空間で消費される実効的な電力の略均一性を高めることができ、これに同一のプロセスレシピを適用して、測定範囲に整合回路を含めない場合に比べて、略同一性の高いプラズマ処理結果を得ることができる。

#### 【 0 0 4 0 】

また、上記の前記出力端子側交流抵抗 R B の測定位置に変えて、前記それぞれのプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）において、前記出力端子への接続を切断し、前記高周波電力配電体（給電板）の前記電極側端部とされる図 3 に P R 4 で示す測定位置への接続を切断し、その測定位置から測定した範囲ことにより、測定範囲に高周波電力配電体（給電板）を含めない場合に比べて、整合回路だけでなく、高周波電力配電体（給電板）も含めて複数のプラズマチャンバに対し、電気的高周波的な特性の機差をなくすことが可能となり、個々のプラズマチャンバにおいてプラズマ空間で消費される実効的な電力の略均一性をさらに高めることができ、これに同一のプロセスレシピを適用して、高周波電力配電体（給電板）を含めない場合に比べて、さらに略同一性の高いプラズマ処理結果を得ることができる。

#### 【 0 0 4 1 】

さらに、上記の所定の値が 0 . 5 より小さい範囲に設定されているか検査することにより、略同一の条件で積層をおこなったプラズマチャンバにおいて、膜厚のばらつきの値を ± 7 % の範囲におさめる等、プラズマ処理の均一性を維持する状態になっていることを確認することが可能になる。

また、上記の所定の値を 0 . 4 より小さい範囲に設定されているか検査することで、複数のプラズマチャンバに対してインピーダンス、共振周波数特性、交流抵抗等の電気的高周波的な特性の機差をなくした状態に設定することが可能となり、これにより、インピーダンス特性を指標とする一定の管理幅内に複数のプラズマチャンバが設定されていることの確認が可能となるので、個々のプラズマチ

チャンバにおいて、プラズマ空間で消費される実効的な電力をそれぞれ略均一にする状態に設定することができる。

その結果、複数のプラズマチャンバに対して同一のプロセスレシピを適用して、略同一のプラズマ処理結果を得ること、つまり、複数のプラズマチャンバにおいて例えば成膜をおこなった際に、膜厚、絶縁耐圧、エッチングレート等、略均一な膜特性の膜を得ることが可能な状態にプラズマチャンバを設定することが可能となる。具体的には、上記のばらつきの値を 0.4 より小さい範囲に設定することにより、略同一の条件で積層をおこなったプラズマチャンバにおいて、膜厚のばらつきの値を±3%の範囲におさめることができるようになる。

#### 【0042】

本発明におけるプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの検査方法としては、前記交流抵抗を、前記高周波電源の高周波電力の周波数における値に設定する手段を採用することにより、プラズマ発生時におけるプラズマチャンバの電気的高周波的な特性の機差をなくした状態になっていることを確認することが可能となり、これにより、プラズマ発生時における複数のプラズマチャンバが、インピーダンス特性などを指標とする一定の管理幅内に設定されているか確認することが可能となるので、個々のプラズマチャンバにおいて、プラズマ空間で消費される実効的な電力をそれぞれ略均一にすることができる。

ここで、プラズマチャンバの電気的高周波的な特性として、レジスタンス $R$ を採用することにより、これらレジスタンス $R$ とリアクタンス $X$ とのベクトル量であるインピーダンス $Z$ を見ることに比べて、より直接的にプラズマチャンバのプラズマ励起する周波数における電気的高周波数的特性を捉えることができる。

#### 【0043】

また、本発明におけるプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの検査方法では、交流抵抗測定時における各プラズマチャンバと高周波特性測定器その間の高周波特性をそれぞれ等しく設定することにより、複数のプラズマチャンバに対して、高周波特性測定器からの交流抵抗、インピーダンス等の測定値を、いずれも、設定された測定位置に対して、それぞれの測定位置から高周波特性測定器までの高周波特性測定値に対して補正をおこなった値と同等と見なすことができ

るため、交流抵抗、インピーダンス等の高周波特性の算出の補正が事実上不要となり、実測値の換算が不要となるので、作業効率を向上することができる。

【 0 0 4 4 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るプラズマ処理装置およびこの性能確認システム、検査方法の第 1 実施形態を、図面に基づいて説明する。

〔第 1 実施形態〕

図 1 は本実施の形態のプラズマ処理装置 7 1 の概略構成を示す図である。本実施の形態のプラズマ処理装置 7 1 は、例えば、トップゲート型 T F T の半導体能動膜をなす多結晶シリコンの成膜からゲート絶縁膜の成膜までの一貫処理が可能なものとして、複数の処理室ユニットを有する装置とされる。

【 0 0 4 5 】

本実施の形態のプラズマ処理装置 7 1 は、図 1 に示すように、略七角形状の搬送室 7 2 の周囲に、5 つの処理室ユニットと 1 つのローダ室 7 3 と 1 つのアンローダ室 7 4 とが連設されている。また、5 つの処理室ユニットの内訳としては、アモルファスシリコン膜を成膜する第 1 成膜室、シリコン酸化膜を成膜する第 2 成膜室、およびシリコン窒化膜を成膜する第 3 成膜室からなるプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）7 5、7 6、7 7、成膜後の被処理基板のアニーリング処理を行うレーザアニール室 7 8、成膜後の被処理基板の熱処理を行う熱処理室 7 9、である。

【 0 0 4 6 】

プラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）である、第 1 成膜室 7 5、第 2 成膜室 7 6、第 3 成膜室 7 7 はそれぞれ異なる種類の膜を成膜するような異なる処理をおこなうことも可能であり、また、同一のプロセスレシピにより同一の処理をおこなうこともできるものであるが、略同一の構成とされている。そして、これらの複数のプラズマチャンバ 7 5、7 6、7 7 においては、後述するように、整合回路 2 A において、前記入力端子側から測定した交流抵抗  $R_A$  のうち、その最大値  $R_{A_{\max}}$  と最小値  $R_{A_{\min}}$  とのばらつきを以下の式（14 A）、

$$\langle R A \rangle = (R A_{\max} - R A_{\min}) / (R A_{\max} + R A_{\min}) \quad (14 A)$$

とするとともに、

前記それぞれのプラズマ処理室に対応する整合回路において、前記出力端子側から測定した交流抵抗  $R B$  のうち、その最大値  $R B_{\max}$  と最小値  $R B_{\min}$  とのばらつきを以下の式 (14 B)、

$$\langle R B \rangle = (R B_{\max} - R B_{\min}) / (R B_{\max} + R B_{\min}) \quad (14 B)$$

とし、これらの値が所定の範囲の値に設定されている。

ここでは第 1 成膜室 7 5 を例に挙げてその構成を説明する。

【0047】

図 2 は本実施形態のプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）の概略構成を示す断面図、図 3 は図 2 におけるプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）の整合回路を示す模式図である。

【0048】

プラズマチャンバ（第 1 成膜室）7 5 は、C V D（chemical vapor deposition）、スパッタリング、ドライエッチング、アッシング等のプラズマ処理が可能な 1 周波数励起タイプのプラズマ処理室ユニットとされ、図 2 に示すように、プラズマを励起するための平行平板型電極 4、8 が設けられ、この電極 4 に接続された高周波電源 1 と、前記プラズマチャンバ 7 5 と前記高周波電源 1 とのインピーダンス整合を得るための整合回路 2 A とを具備する構成とされる。

【0049】

さらに詳細に説明すると、プラズマチャンバ 7 5 は、図 2、図 3 に示すように、チャンバ室（プラズマ処理室）6 0 の上部位置に高周波電源 1 に接続されたプラズマ励起電極（電極）4 およびシャワープレート 5 が設けられ、チャンバ室 6 0 の下部にはシャワープレート 5 に対向して被処理基板 1 6 を載置するサセプタ電極（対向電極）8 が設けられている。プラズマ励起電極 4 は、給電板 3 および整合回路 2 A を介して第 1 の高周波電源 1 と接続されている。これらプラズマ励

起電極 4 および給電板 3 は、シャーシ 2 1 に覆われるとともに、整合回路 2 A は導電体からなるマッチングボックス 2 の内部に収納されている。

給電板 3 としては、例えば、幅 5 0 ～ 1 0 0 mm、厚さ 0. 5 mm、長さ 1 0 0 ～ 3 0 0 mm の形状を有する銅の表面に銀めっきを施したものが用いられており、この給電板 3 は、後述する整合回路 2 A のチューニングコンデンサ 2 4 の出力端子およびプラズマ励起電極 4 にそれぞれネジ止めなどの結合手段により着脱可能に取り付けられている。

#### 【 0 0 5 0 】

また、プラズマ励起電極（カソード電極）4 の下側には環状の凸部 4 a が設けられるとともに、このプラズマ励起電極（カソード電極）4 の下には、多数の孔 7 が形成されているシャワープレート 5 が凸部 4 a に接して設けられている。これらプラズマ励起電極 4 とシャワープレート 5 との間には空間 6 が形成されている。この空間 6 にはシャーシ 2 1 の側壁を貫通するとともにプラズマ励起電極（カソード電極）4 を貫通してガス導入管 1 7 が接続されている。

#### 【 0 0 5 1 】

このガス導入管 1 7 は、導体からなるとともに、ガス導入管 1 7 の途中には絶縁体 1 7 a がシャーシ 2 1 内側位置に介挿されてプラズマ励起電極 1 4 側とガス供給源側とが絶縁される。

ガス導入管 1 7 から導入されたガスは、シャワープレート 5 の多数の孔 7, 7 からチャンバ壁 1 0 により形成されたチャンバ室 6 0 内に供給される。チャンバ壁 1 0 とプラズマ励起電極（カソード電極）4 とは絶縁体 9 により互いに絶縁されている。また、図 2 において、チャンバ室 6 0 に接続されるべき排気系の図示は省略してある。

一方、チャンバ室 6 0 内には基板 1 6 を載置しプラズマ励起電極ともなる盤状のウエハサセプタ（サセプタ電極）8 が設けられている。

#### 【 0 0 5 2 】

サセプタ電極（対向電極）8 の下部中央には、シャフト 1 3 が接続され、このシャフト 1 3 がチャンバ底部 1 0 A を貫通して設けられるとともに、シャフト 1 3 の下端部とチャンバ底部 1 0 A 中心部とがベローズ 1 1 により密閉接続されて



いる。これら、ウエハサセプタ 8 およびシャフト 13 はベローズ 11 により上下動可能となっており、プラズマ励起電極 4, 8 間の距離の調整ができる。

これらサセプタ電極 8 とシャフト 13 と支持筒 12 B とが接続されているため、サセプタ電極 8, シャフト 13, ベローズ 11, チャンバ底部 10 A, チャンバ壁 10 は直流的に同電位となっている。さらに、チャンバ壁 10 とシャーシ 21 は接続されているため、チャンバ壁 10, シャーシ 21, マッチングボックス 2 はいずれも直流的に同電位となっている。

#### 【0053】

ここで、整合回路 2 A は、チャンバ室 60 内のプラズマ状態等の変化に対応してインピーダンスを調整するために、その多くは複数の受動素子を具備する構成とされている。

整合回路 2 A は、図 2, 図 3 に示すように、複数の受動素子として、高周波電源 1 と給電板 3 との間に設けられ、インダクタンスコイル 23 と、エアバリコンからなるチューニングコンデンサ 24 と、真空バリコンからなるロードコンデンサ 22 と、これらの受動素子を接続するための銅板とされる導体 R1, R2 とから構成されている。

これらのうち、導体 R1, インダクタンスコイル 23, チューニングコンデンサ 24 は、整合回路 2 A の入力端子側から出力端子側へ直列に接続されるとともに、導体 R1, インダクタンスコイル 23 の間の分岐点 B1 からこれらと並列にロードコンデンサ 22 が接続されている。このインダクタンスコイル 23, チューニングコンデンサ 24 は、導体を介さずに直接接続されており、また、ロードコンデンサ 22 の一端は、接続点 B P1 において導体 R2 を介してマッチングボックス 2 (接地電位部分) に接続されている。

ここで、チューニングコンデンサ 24 は整合回路 2 A の受動素子のうち最終端とされ、このチューニングコンデンサ 24 の出力端子は整合回路 2 A の出力端子とされており、チューニングコンデンサ 24 は給電板 3 を介してプラズマ励起電極 4 に接続されている。

マッチングボックス 2 は、同軸ケーブルとされる給電線 (高周波電力給電体) 1 A のシールド線に接続されており、このシールド線が直流的にアースされてい

る。これにより、サセプタ電極 8，シャフト 1 3，ベローズ 1 1，チャンバ底部 1 0 A，チャンバ壁 1 0，シャーシ 2 1，マッチングボックス 2 は接地電位に設定されることになり、同時に、ロードコンデンサ 2 2 の一端も直流的にアースされた状態となる。

#### 【 0 0 5 4 】

本実施形態のプラズマチャンバ 7 5 においては、1 3 . 5 6 M H z 程度以上の周波数の電力、具体的には、例えば 1 3 . 5 6 M H z，2 7 . 1 2 M H z，4 0 . 6 8 M H z 等の周波数の電力を投入して、両電極 4，8 の間でプラズマを生成し、このプラズマにより、サセプタ電極 8 に載置した基板 1 6 に C V D ( chemical vapor deposition)、ドライエッチング、アッシング等のプラズマ処理をおこなうことができる。

このとき、高周波電力は、高周波電源 1 から給電線 1 A の同軸ケーブル，整合回路 2 A，給電板 3，プラズマ励起電極（カソード電極）4 に供給される。一方、高周波電流の経路を考えた場合、電流はこれらを介してプラズマ空間（チャンバ室 6 0）を経由した後、さらにもう一方の電極（サセプタ電極）8，シャフト 1 3，サセプタシールド 1 2，ベローズ 1 1，チャンバ底部 1 0 A，チャンバ壁 1 0 を通る。その後、シャーシ 2 1，マッチングボックス 2，給電線 1 A のシールド線を通り、高周波電源 1 のアースに戻る。

#### 【 0 0 5 5 】

ここで、本実施形態のプラズマチャンバ 7 5 における高周波特性としての整合回路 2 A の交流抵抗  $R_A$ ， $R_B$  について説明する。

#### 【 0 0 5 6 】

整合回路 2 A の交流抵抗としては、この整合回路 2 A の入力端子側から、入力端子側交流抵抗  $R_A$  を測定するとともに、整合回路 2 A の出力端子側から、出力端子側交流抵抗  $R_B$  を測定する。このとき、測定周波数を高周波電源 1 の電力周波数を含むように 1 M H z ～ 1 0 0 M H z 程度の範囲から選択する。より好ましくは、例えば 1 3 . 5 6 M H z，2 7 . 1 2 M H z，4 0 . 6 8 M H z 等の値に設定される電力周波数  $f_e$  に対応した周波数に設定した状態により測定する。

この交流抵抗  $R_A$ ， $R_B$  は、整合回路 2 A の構造をその多くの要因としてきま

る電気的高周波的な特性であり、具体的には図 4 に示すように測定される。

#### 【 0 0 5 7 】

図 4、図 5 は図 3 の整合回路における寄生抵抗を示す模式回路図である。

本実施形態の整合回路 2 A における測定範囲としては、整合回路 2 A の受動素子のうち入力最初段の受動素子の入力端子位置 P R 3 および、受動素子のうち出力最終段の受動素子の出力端子位置 P R で切り離した状態をその対象とする。つまり、図 4 に示すように、整合回路 2 A に接続される給電線 1 A を切り離すとともに、給電板 3 に接続されるチューニングコンデンサ 2 4 の出力端子位置 P R で、給電板 3 と整合回路 2 A の端子との接合部つまりネジ止めを外して切り離した状態の整合回路 2 A を測定範囲とする。

#### 【 0 0 5 8 】

この測定範囲のうち入力端子側交流抵抗 R A を測定するには、図 4 に破線で示すように、インピーダンス測定器（高周波特性測定器）A N のプローブ 1 0 5 を、切り離した入力端子位置 P R 3 および整合回路 2 A の接続されたマッチングボックス 2 のアース位置（接地電位部分）に接続する。この状態で、インピーダンス測定器 A N の発振する測定周波数を例えば 1 M H z ～ 1 0 0 M H z の範囲から所定の周波数、例えば電力周波数  $f_e$  と等しい 4 0 . 6 8 M H z 程度に設定して、整合回路 2 A の上記測定範囲に対するインピーダンスのベクトル量 ( $Z, \theta$ ) を測定し、インピーダンスの複素表現における実部を算出して、これを交流抵抗として定義する。

このプローブ 1 0 5 は、図 4 に示すように、導線 1 1 0 上に絶縁被覆 1 1 2 を設け、この絶縁被覆 1 1 2 上に外周導体 1 1 1 を被覆してなるものである。このプローブ 1 0 5 は同軸ケーブルを通してインピーダンス測定器 A N に接続されている。ここで、プローブ 1 0 5 は、導線 1 1 0 を入力端子位置 P R に、また、外周導体 1 1 1 をマッチングボックス 2 の上面中央とされるアース位置に接続される。

#### 【 0 0 5 9 】

本実施形態における整合回路 2 A における交流抵抗は、整合回路 2 A の前述の各構成要素、インダクタンスコイル 2 3、チューニングコンデンサ 2 4、ロード

コンデンサ 2 2、導体 R 1、R 2 は、交流的に、レジスタンスやインダクタンスを有しており、交流電流を流した際に、寄生的に存在している抵抗を含めて定義されるものである。

このとき、整合回路 2 A の入力端子側交流抵抗  $R_A$  の測定時に考慮されている電気的高周波的要因としては、図 4 に  $I_{RA}$  で示すように、入力端子とされる測定位置 P R 3 から、分岐点 B 1 を経て、接続点 B P 1（接地電位部分）まで、つまり、以下のものが考えられる。

導体 R 1 における寄生抵抗  $R_{R1}$

導体 R 1 におけるインダクタンス  $L_{R1}$

ロードコンデンサ 2 2 の容量  $C_L$

導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$

導体 R 2 におけるインダクタンス  $L_{R2}$

【 0 0 6 0 】

これらの電気的高周波的要因のうち、整合回路 2 A の前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  としては、図 4 に示すように、導体 R 1 における寄生抵抗  $R_{R1}$ 、導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$ 、を測定することになる。

ここで、寄生抵抗  $R_1$  は、入力端子側交流抵抗  $R_A$  の測定時において、分岐点 B 1 からロードコンデンサ 2 2 までの抵抗値等、上記の  $I_{RA}$  の回路における図示しない寄生抵抗をも含んでいるものとする。

【 0 0 6 1 】

同様にして、整合回路 2 A の前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  を測定するには、図 5 に示すように、インピーダンス測定器（高周波特性測定器）A N のプローブ 1 0 5 を、切り離れた出力端子位置 P R および整合回路 2 A の接続されたマッチングボックス 2 のアース位置（接地電位部分）に接続する。この状態で、インピーダンス測定器 A N の発振する測定周波数を例えば 1 M H z ～ 1 0 0 M H z の範囲に変化させて、整合回路 2 A の上記測定範囲に対するインピーダンスのベクトル量（ $Z$ ， $\theta$ ）を測定し、インピーダンスの複素表現における実部を算出して、これを交流抵抗として定義する。

このプローブ 1 0 5 は、図 5 に示すように、導線 1 1 0 を出力端子位置 P R に

、また、外周導体 1 1 1 をマッチングボックス 2 の上面中央とされるアース位置に接続される。

#### 【 0 0 6 2 】

このとき、整合回路 2 A の出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定時に考慮されている電気的高周波的要因としては、図 5 に  $I_{RB}$  で示すように、出力端子とされる測定位置 P R から、分岐点 B 1 を経て、接地電位部分まで、つまり、以下のものが考えられる。

チューニングコンデンサ 2 4 の容量  $C_T$

インダクタンスコイル 2 3 における寄生抵抗  $R_{LT}$

インダクタンスコイル 2 3 におけるインダクタンス  $L_T$

ロードコンデンサ 2 2 の容量  $C_L$

導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$

導体 R 2 におけるインダクタンス  $L_{R!}$

#### 【 0 0 6 3 】

これらの電気的高周波的要因のうち、整合回路 2 A の前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  としては、図 5 に示すように、インダクタンスコイル 2 3 における寄生抵抗  $R_{LT}$ 、導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$ 、を測定することになる。

ここで、寄生抵抗  $R_{LT}$  は、出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定時において、分岐点 B 1 からロードコンデンサ 2 2 までの抵抗値等、上記の  $I_{RB}$  の回路における図示しない寄生抵抗をも含んでいるものとする。

#### 【 0 0 6 4 】

本実施形態のプラズマチャンバ 7 5 の整合回路 2 A においては、このように測定された高周波特性としての入力端子側交流抵抗  $R_A$  および出力端子側交流抵抗  $R_B$  が、プラズマチャンバ 7 5 のの作動状態に適した所定の範囲の値になるように設定する。

ここで、交流抵抗  $R_A$ 、 $R_B$  を設定する方法としては、例えば、

①銅板（導体 R 1、R 2）の形状（長さ、幅）を調整する。

②銅板（導体 R 1、R 2）の組み立て状態（取り付け状態）を調整する。

③銅板（導体 R 1、R 2）に銀をメッキする。

等の手法を適用することができる。

#### 【 0 0 6 5 】

そして、本実施形態のプラズマ処理装置 7 1 においては、プラズマチャンバ（第 2 成膜室） 7 6 およびプラズマチャンバ（第 3 成膜室） 7 7 は、プラズマチャンバ 7 5 と略同等の構造とされている。そして、このプラズマチャンバ 7 6 およびプラズマチャンバ 7 7 に対しても、高周波特性としての交流抵抗  $R_A$ 、 $R_B$  をプラズマチャンバ 7 5 と同様にして設定する。

具体的には、これらプラズマチャンバ 7 5、7 6、7 7 において、いずれも、電力周波数  $f_e$  を 4 0 . 6 8 M H z に設定して、交流抵抗  $R_A$ 、 $R_B$  を測定する。

ところが、この交流抵抗  $R_A$ 、 $R_B$  は、機械的な構造をその多くの要因としてきまる電気的高周波的な特性であり、各実機ごとにそれぞれ異なっていると考えられる。

#### 【 0 0 6 6 】

プラズマチャンバ 7 5 の回路においては、上述のように交流抵抗  $R_A$ 、 $R_B$  を設定することにより、プラズマ励起電極 4、サセプタ 8 間のプラズマ発生空間に投入される実効的な消費電力に影響する、いわゆる、抵抗による電力損失を設定することになる。これは、虚数単位を  $j$  ( $j^2 = -1$ )、角振動数を  $\omega$  ( $\omega = 2\pi f_e$ ;  $f_e$  は電力周波数) とすると、インピーダンス  $Z$  ( $\Omega$ ) およびインダクタンス  $X$  が以下の式 (1 1 A)、

$$Z = R + j X \quad (1 1 A)$$

$$X = f(\omega, L, C)$$

で示される関係を満たしている。ここで、 $f(\omega, L, C)$  は、インピーダンス  $X$  が  $\omega$ 、 $L$ 、 $C$  の関数で表現されることを示すものである。さらに式 (1 1 B)

$$R = \operatorname{Re}(Z) \quad (1 1 B)$$

で示されるように、インピーダンス  $Z$  の実部が交流抵抗  $R$  であるため、整合回路 2 A における交流抵抗  $R_A$ 、 $R_B$  を設定することにより、電極 4、8 よりも高周波電源 1 側に位置する整合回路 2 A における電力損失を設定することが可能となる。その結果、電圧降下に対するもっとも寄与の大きい抵抗（レジスタンス） $R$  を設定することになるために、つまり、プラズマ発生のエネルギーの減少に対してもっとも寄与の大きい抵抗を設定するために、実効的なエネルギーロスが増加することを抑制することができる。

## 【 0 0 6 7 】

そこで、計測したプラズマチャンバ（第 1 成膜室）7 5 に対する入力端子側交流抵抗  $R_{A75}$ 、プラズマチャンバ（第 2 成膜室）7 6 に対する入力端子側交流抵抗  $R_{A76}$ 、プラズマチャンバ（第 3 成膜室）7 7 に対する入力端子側交流抵抗  $R_{A77}$  のうち、その最大値  $R_{A_{\max}}$  と最小値  $R_{A_{\min}}$  に対して、

$$\langle R_A \rangle = (R_{A_{\max}} - R_{A_{\min}}) / (R_{A_{\max}} + R_{A_{\min}}) \quad (14A)$$

のように複数のプラズマチャンバ 7 5、7 6、7 7 の入力端子側交流抵抗  $R_A$  のばらつき  $\langle R_A \rangle$  として定義し、この (14A) 式で表されるばらつきの値を 0.5 より小さい範囲の値に設定する。この際、入力端子側交流抵抗  $R_A$  のばらつき  $\langle R_A \rangle$  を設定する方法としては、上述の①～③等のような手法を適用することができる。

## 【 0 0 6 8 】

同時に、計測したプラズマチャンバ（第 1 成膜室）7 5 に対する出力端子側交流抵抗  $R_{B75}$ 、プラズマチャンバ（第 2 成膜室）7 6 に対する出力端子側交流抵抗  $R_{B76}$ 、プラズマチャンバ（第 3 成膜室）7 7 に対する出力端子側交流抵抗  $R_{B77}$  のうち、その最大値  $R_{B_{\max}}$  と最小値  $R_{B_{\min}}$  に対して、

$$\langle R_B \rangle = (R_{B_{\max}} - R_{B_{\min}}) / (R_{B_{\max}} + R_{B_{\min}}) \quad (14B)$$

のように複数のプラズマチャンバ75, 76, 77の出力端子側交流抵抗RBのばらつき<RB>として定義し、この(14B)式で表されるばらつきの値を0.5より小さい範囲の値に設定する。この際、入力端子側交流抵抗RBのばらつき<RB>を設定する方法としても、上述の①～③等のような手法を適用することができる。

## 【0069】

上記構成の処理室75, 76, 77のいずれかにおいてアモルファスシリコン膜、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜等の成膜をおこなう際には、サセプタ電極8上に被処理基板16を載置し、高周波電源1から高周波電極4とサセプタ電極8の双方にそれぞれ高周波電力を印加するとともにガス導入管17からシャワープレート6を介して反応ガスをチャンバ室60内に供給してプラズマを発生させ、被処理基板16上にアモルファスシリコン膜、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜等を成膜する。

## 【0070】

レーザアニール室78は、図6に示すように、チャンバ80の上部にレーザ光源81が設けられる一方、チャンバ80内の下部には被処理基板16を載置するためのステージ82が直交するX方向、Y方向の2方向に水平移動可能に設けられている。そして、レーザ光源81の出射部81aからスポット状のレーザ光83(1点鎖線で示す)が出射されると同時に、被処理基板16を支持したステージ82がX方向、Y方向に水平移動することにより、レーザ光83が被処理基板16の全面を走査できるようになっている。レーザ光源81には例えばXeCl、ArF、ArCl、XeF等のハロゲンガスを用いたガスレーザを用いることができる。

また、レーザアニール室78の構成は、レーザ光を出射するレーザ光源を備え、レーザ光源から出射されるスポット状のレーザ光が被処理基板の表面をくまなく走査できる構成のものであれば、種々の構成の装置を用いることができる。この場合、レーザ光源は例えばXeCl、ArF、ArCl、XeF等のハロゲンガスを用いたガスレーザを用いることができる。膜の種類によってはYAGレーザ等の他のレーザ光源を用いることもでき、レーザ光の照射の形態としては、パ



ルスレーザアニール、連続発振レーザアニールを用いることができる。また、熱処理室の構成は、例えば多段式電気炉型の装置を用いることができる。

#### 【0071】

熱処理室79は、図7に示すように、多段式電気炉型のものであり、チャンバー84内に多段に設けられたヒータ85の各々に被処理基板18が載置される構成になっている。そして、ヒータ85の通電により複数枚の被処理基板16が加熱されるようになっている。なお、熱処理室89と搬送室72との間にはゲートバルブ86が設けられている。

#### 【0072】

図1に示すローダ室73、アンローダ室74には、ローダカセット、アンローダカセットが着脱可能に設けられている。これら2つのカセットは、複数枚の被処理基板16が収容可能なものであり、ローダカセットに成膜前の被処理基板16が収容され、アンローダカセットには成膜済の被処理基板16が収容される。そして、これら処理室ユニットとローダ室73、アンローダ室74の中央に位置する搬送室72に基板搬送ロボット（搬送手段）87が設置されている。基板搬送ロボット87はその上部に伸縮自在なリンク機構を有するアーム88を有し、アーム88は回転可能かつ昇降可能となっており、アーム88の先端部で被処理基板16を支持、搬送するようになっている。

#### 【0073】

上記構成のプラズマ処理装置71は、例えば各処理室ユニットにおける成膜条件、アニール条件、熱処理条件等、種々の処理条件や処理シーケンスをオペレータが設定する他は、各部の動作が制御部により制御されており、自動運転する構成になっている。したがって、このプラズマ処理装置71を使用する際には、処理前の被処理基板16をローダカセットにセットし、オペレータがスタートスイッチを操作すれば、基板搬送ロボット87によりローダカセットから各処理室内に被処理基板16が搬送され、各処理室で一連の処理が順次自動的に行われた後、基板搬送ロボット87によりアンローダカセットに収容される。

#### 【0074】

本実施形態のプラズマ処理装置71およびその検査方法においては、複数のプ

ラズマチャンバ75, 76, 77のそれぞれにおいて各前記整合回路2Aの入力端子位置PR3および出力端子PRから測定したそれぞれのプラズマチャンバ75, 76, 77の高周波特性として入力端子側交流抵抗RAおよび出力端子側交流抵抗RBのうち、それぞれの最大値と最小値のばらつきを、上記(10A)(10B)式に示すように定義し、この値を0.5より小さい範囲の値に設定することで、複数のプラズマチャンバ75, 76, 77に対して電気的高周波的な特性の機差をなくすことが可能となり、これにより、インピーダンス特性を指標とする一定の管理幅内に複数のプラズマチャンバ75, 76, 77の状態を設定することが可能となるので、個々のプラズマチャンバ75, 76, 77において、プラズマ空間で消費される実効的な電力をそれぞれ略均一にすることができる。

#### 【0075】

その結果、複数のプラズマチャンバ75, 76, 77に対して同一のプロセスレシピを適用して、略同一のプラズマ処理結果を得ること、つまり、複数のプラズマチャンバ75, 76, 77において例えば成膜をおこなった際に、膜厚、絶縁耐圧、エッチングレート等、略均一な膜特性の膜を得ることが可能となる。具体的には、上記のばらつきの値<RA><RB>をそれぞれ0.5より小さい範囲に設定することにより、略同一の条件で積層をおこなったプラズマチャンバ75, 76, 77において、膜厚のばらつきの値を±7%の範囲におさめることができる。

したがって、複数のプラズマチャンバ75, 76, 77において、機差により被処理基体16に対する膜面内方向におけるプラズマ処理の均一性がプラズマチャンバ75, 76, 77ごとにばらつきを生じてしまうことを低減することができ、成膜処理においては、機差により膜厚の膜面内方向分布の均一性がプラズマチャンバ75, 76, 77ごとにばらつきを生じてしまうことを低減することが可能となる。

#### 【0076】

同時に、プラズマCVD、スパッタリングなどの成膜処理においては、成膜状態の向上、すなわち、堆積した膜における絶縁耐圧や、エッチング液に対する耐エッチング性、そして、いわゆる膜の「固さ」つまり膜の緻密さ等の膜特性がブ

ラズマチャンバ 7 5, 7 6, 7 7 ごとにばらつきを生じてしまうことを低減することが可能となる。

ここで、膜の緻密さは例えば、B H F 液によるエッチングに対する浸食されにくさ、耐エッチング性によって表現可能である。

そのため、従来考慮されていなかったプラズマ処理装置 7 1 の全般的な電気的高周波的特性を設定することが可能となり、プラズマ発生の安定性を期待することができる。その結果、動作安定性が高く、各プラズマチャンバ 7 5, 7 6, 7 7 で均一な動作が期待できるプラズマ処理装置 7 1 を提供することが可能となる。

これにより、複数のプラズマチャンバ 7 5, 7 6, 7 7 に対する膨大なデータから外部パラメータと実際の基板を処理するような評価方法による処理結果との相関関係によるプロセス条件の把握を不必要とすることができる。

#### 【 0 0 7 7 】

したがって、新規設置時や調整・保守点検時において、各プラズマチャンバ 7 5, 7 6, 7 7 ごとの機差をなくして処理のばらつきをなくし同一のプロセスレシビにより略同一の処理結果を得るために必要な調整時間を、被処理基板 1 6 への実際の成膜等による検査方法を採用した場合に比べて、プラズマチャンバ 7 5, 7 6, 7 7 に電力を直接供給する部分である整合回路 2 A における交流抵抗 R A, R B を測定することにより、大幅に短縮することができる。しかも、本実施形態の検査方法によれば、処理をおこなった基板の評価によりプラズマ処理装置 7 1 の動作確認および、動作の評価をおこなうという 2 段階の検査方法でなく、ダイレクトにプラズマ処理装置 7 1 の評価をおこなうことが可能で、しかも、プラズマ処理装置 7 1 の実機が設置してある場所で短時間におこなうことが可能である。その上、被処理基板 1 6 への実際の成膜等による検査方法を採用した場合、別々におこなうしかなかった複数のプラズマチャンバ 7 5, 7 6, 7 7 に対する結果をほぼ同時に実現することができる。

このため、本実施形態の検査方法によれば、製造ラインを数日あるいは数週間停止してプラズマ処理装置 7 1 の動作確認および、動作の評価をする必要がなくなり、製造ラインとしての生産性を向上することができる。また、このような調

整に必要な検査用基板等の費用、この検査用基板の処理費用、および、調整作業に従事する作業員の人件費等、コストを削減することが可能となる。

#### 【 0 0 7 8 】

さらに、本実施形態の各プラズマチャンバ 7 5, 7 6, 7 7 においては、その整合回路 2 A における交流抵抗 R A, R B を設定することにより、従来は、考慮されていなかったプラズマチャンバ 7 5, 7 6, 7 7 の全体的な電気的高周波的な特性をそれぞれ適正な範囲に収めることができる。これにより、各プラズマチャンバ 7 5, 7 6, 7 7 において動作安定性を向上して、従来一般的に使用されていた 1 3. 5 6 M H z 程度以上の高い周波数の電力を投入した場合であっても、高周波電源 1 からの電力を、プラズマ励起電極 4 とサセプタ電極 8 との間のプラズマ発生空間に効率よく導入することが可能となる。同時に、同一周波数を供給した場合に、従来のプラズマ処理装置 7 1 と比べてプラズマ空間で消費される実効的な電力の上昇を図ることができる。

その結果、プラズマ励起周波数の高周波化による処理速度の向上を図ること、つまり、プラズマ C V D 等により膜の積層をおこなう際には、堆積速度の向上を図ることができる。

#### 【 0 0 7 9 】

なお、各プラズマチャンバ 7 5, 7 6, 7 7 において、図 8 に示すように、それぞれのインピーダンスが一致する複数本の導線 1 0 1 a ~ 1 0 1 h の一端をプローブ取付具 1 0 4 に接続してなる測定具（フィクスチャ）を使用してプラズマチャンバ 7 5, 7 6, 7 7 のインピーダンス特性を測定することも可能である。

プローブ取付具 1 0 4 は、例えば 5 0 m m × 1 0 m m × 0. 5 m m の銅板を、締め付け部 1 0 6 とリング部とができるように成形されている。リング部はプローブ 1 0 5 の外側にはめ込み可能な径とされる。このプローブ取付部 1 0 4 に導線 1 0 1 a ~ 1 0 1 h の一端をハンダ付けなどにより電氣的に接続する。

導線 1 0 1 a ~ 1 0 1 h の他端には、測定対象（プラズマチャンバ 7 5, 7 6, 7 7）との着脱用の端子（圧着端子） 1 0 2 a ~ 1 0 2 h が取り付けられている。

このフィクスチャを使用するに際してはプローブ取付具 1 0 4 のリング状部 1

04 をプローブ 105 にはめ込み、締め付け部 106 で締め付けを行う。一方各導線 101a～101h は略点对称となるように圧着端子 102a～102h において測定対象に、図 9 に示すように、ねじ 114 により着脱自在にネジ止めする。

導体 101a～101h は、例えばアルミニウム、銅、銀、金により構成すればよく、または、銀、金を  $50\mu\text{m}$  以上メッキして構成してもよい。

#### 【0080】

このような測定具（フィクスチャ）を使用してインピーダンスを測定する方法を図 9 を用いて説明する。

まず測定するプラズマチャンバ 75, 76, 77 の入力端子側交流抵抗  $R_A$  の測定時において、高周波電源 1 と給電板 3 を整合回路 2A から取り外す。インピーダンス測定具のプローブ 105 の導線 110 を入力端子位置 PR3 に接続する。次いでインピーダンス測定具（フィクスチャ）の導線 101a～101h に接続する圧着端子 102a～102h をマッチングボックス 2 に入力端子位置 PR3 を中心とする略点对称となるようにネジ 114 によってネジ止めする。インピーダンス測定具をこのように配置した後、測定信号をインピーダンス測定具の導線 110 に供給し、プラズマチャンバ 75, 76, 77 の整合回路 2A における経路のインピーダンスを測定する。

これにより、測定対象の大きさ、あるいは、測定する 2 点間の距離に制約を与えることなく、かつ、測定対象に均一に電流を流すことができ、測定対象のインピーダンスを測定するのに影響を及ぼさない残留インピーダンス値を設定し、より正確にインピーダンス測定をおこなうことができる。

整合回路 2A の前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  を測定する際には、同様にして、インピーダンス測定具のプローブ 105 の導線 110 を出力端子位置 PR に接続する。次いでインピーダンス測定具（フィクスチャ）の導線 101a～101h に接続する圧着端子 102a～102h をマッチングボックス 2 に出力端子位置 PR を中心とする略点对称となるようにネジ 114 によってネジ止めする。

#### 【0081】

なお、本実施形態においては、プラズマチャンバ 75, 76, 77 において、

サセプタ電極側 8 に基板 1 6 を載置してプラズマ励起電極 4 に対する整合回路 2 A の入力端子側交流抵抗 R A および出力端子側交流抵抗 R B を設定したが、R I E (reactive ion etching) 反応性スパッタエッチングに対応するようにカソード電極 4 側に基板 1 6 を取り付けるよう対応することも可能である。

#### 【 0 0 8 2 】

以下、本発明に係るプラズマ処理装置、プラズマ処理システムおよびこれらの性能確認システム、検査方法の第 2 実施形態を、図面に基づいて説明する。

#### 〔第 2 実施形態〕

図 1 0 は本実施形態のプラズマ処理装置 9 1 の概略構成を示す断面図である。

本実施形態のプラズマ処理装置 9 1 は、図 1 0 に示すように、略四角形の搬送室 9 2 の周囲にロードロック室 9 3 と熱処理室 9 9 と処理室 9 4、9 5 とが設けられた構成とされている。この装置は基板移載用の搬送ロボットが設置されている搬送室 9 2 を中央にして、各室の間が、ゲート g 1、g 2、g 3、g 4 で区切られている。搬送室（待機室）9 2 と加熱室 9 9 とその他の処理室ユニット 9 4、9 5 はそれぞれ個別の高真空ポンプによって高真空度に排気されている。ロードロック室 9 1 は低真空ポンプによって低真空度に排気されている。

#### 【 0 0 8 3 】

本実施形態のプラズマ処理装置 9 1 においては、その構成要素が図 1 ～図 7 に示した第 1 実施形態のプラズマ処理装置 7 1 に対応しており、それぞれ、搬送室 7 2 に搬送室 9 2 が、熱処理室 7 9 に熱処理室 9 9 が、ロードロック室 9 3 がロード室 7 3 およびアンロード室 7 4 に対応しており、略同一の構成の部分に関しては説明を省略する。

#### 【 0 0 8 4 】

プラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）9 5、9 6 は、図 1 ～図 5 に示した第 1 実施形態のプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）7 5、7 6 に対応して、それぞれ異なる種類の膜を成膜するような異なる処理をおこなうことも可能であり、また、同一のプロセスレシピにより同一の処理をおこなうこともできるものであるが、略同一の構成とされている。

そして、これらの複数のプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）9 5、

9 6 は、図 1 0 に示すように、後述するスイッチ SW 2 等を介してインピーダンス測定器（高周波特性測定器）AN に接続されている。同時に、複数のプラズマチャンバ 9 5, 9 6 においては、後述するように整合回路 2 A において、前記入力端子側から測定した交流抵抗 RA のうち、その最大値  $RA_{\max}$  と最小値  $RA_{\min}$  とのばらつきを以下の式（1 4 A）、

$$\langle RA \rangle = (RA_{\max} - RA_{\min}) / (RA_{\max} + RA_{\min}) \quad (1 4 A)$$

とするとともに、

前記それぞれのプラズマ処理室に対応する整合回路において、前記出力端子側から測定した交流抵抗 RB のうち、その最大値  $RB_{\max}$  と最小値  $RB_{\min}$  とのばらつきを以下の式（1 4 B）、

$$\langle RB \rangle = (RB_{\max} - RB_{\min}) / (RB_{\max} + RB_{\min}) \quad (1 4 B)$$

とし、これらの値が所定の範囲の値に設定されている。

ここではプラズマ処理室ユニット 9 5 を例に挙げてその構成を説明する。

#### 【 0 0 8 5 】

図 1 1 は本実施形態のプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）の概略構成を示す断面図、図 1 2 は図 1 1 の整合回路のを示す断面図、図 1 3 は図 1 2 の整合回路における寄生抵抗を説明するための模式回路図である。

#### 【 0 0 8 6 】

本実施形態のプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）9 5 は、2 周波数励起タイプのプラズマ処理室とされ、図 2 ～図 5 に示した第 1 実施形態のプラズマ処理室 7 5 と異なるのはサセプタ電極 8 側に電力を供給する点と、整合回路 2 A の受動素子の構成および、交流抵抗 RA, RB の設定に関する点である。それ以外の対応する構成要素には同一の符号を付してその説明を省略する。

本実施形態のプラズマチャンバ 9 5, 9 6 は、整合回路 2 A において、入力端子側から測定した交流抵抗 RA のうち、その最大値  $RA_{\max}$  と最小値  $RA_{\min}$  と

のばらつきを以下の式 (14 A)、

$$\langle R A \rangle = (R A_{\max} - R A_{\min}) / (R A_{\max} + R A_{\min}) \quad (14 A)$$

とするとともに、前記出力端子側から測定した交流抵抗  $R B$  のうち、その最大値  $R B_{\max}$  と最小値  $R B_{\min}$  とのばらつきを以下の式 (14 B)、

$$\langle R B \rangle = (R B_{\max} - R B_{\min}) / (R B_{\max} + R B_{\min}) \quad (14 B)$$

とし、これらの値が所定の範囲の値に設定されている。

#### 【0087】

本実施形態のプラズマチャンバ95は、図11、図12に示すように、サセプタ電極8の周囲にサセプタシールド12が設けられ、ウエハサセプタ8およびサセプタシールド12は、これらの隙間がシャフト13の周囲の設けられた電気絶縁物からなる絶縁手段12Cによって真空絶縁されるとともに電氣的にも絶縁されている。また、ウエハサセプタ8およびサセプタシールド12は、ベローズ11により上下動可能に構成されている。この構成により、プラズマ励起電極4とサセプタ電極8との間の距離が調整可能となっている。また、サセプタ電極8は、シャフト13下端に接続された給電板28、および、導電体からなるサセプタ電極側マッチングボックス26内部に収納された整合回路25を介して第2の高周波電源27と接続されている。

これら給電板28は、サセプタシールド12の支持筒12B下端に接続されたシャーシ29に覆われるとともに、シャーシ29は、同軸ケーブルとされる給電線27Aのシールド線によって接続されマッチングボックス26とともにアースされている。これにより、サセプタシールド12、シャーシ29、マッチングボックス29は直流的に同電位となっている。

#### 【0088】

ここで、整合回路25は、第2の高周波電源27とサセプタ電極8との間のインピーダンスの整合を図るものとされ、この整合回路25としては、図11、図



1 2 に示すように、複数の受動素子として、第 2 の高周波電源 2 7 と給電板 2 8 との間に、チューニングコイル 3 0 とチューニングコンデンサ 3 1 とが直列に設けられ、これらと並列にロードコンデンサ 3 2 が接続され、このロードコンデンサ 3 2 の一端はマッチングボックス 2 6 に接続されており、整合回路 2 A と略同様の構成とされている。マッチングボックス 2 6 は給電線 2 7 A のシールド線を介して接地電位に設定されており、同時に、ロードコンデンサ 3 2 の一端がアースされている。なお、チューニングコイル 3 0 と直列にチューニングコイルを接続することや、ロードコンデンサ 3 2 と並列にロードコンデンサを設けることも可能である。

給電板 2 8 としては給電板 3 と同様なものが適用され、この給電板 2 8 は整合回路 2 5 からの端子およびシャフト 1 3 にそれぞれネジ止めされている。

#### 【 0 0 8 9 】

整合回路 2 A は、図 1 1，図 1 2，図 1 3 に示すように、高周波電源 1 と給電板 3 との間に設けられ、複数の受動素子として、インダクタンスコイル 2 3 と、エアバリコンからなるチューニングコンデンサ 2 4 と、真空バリコンからなるロードコンデンサ 2 2 と、これらの受動素子を接続するための銅板とされる導体 R 1，R 2，R 3，R 4、および、同軸ケーブル K 1 とを有する構成とされている。

これらのうち、導体 R 1，同軸ケーブル K 1，導体 R 3，インダクタンスコイル 2 3，導体 R 4，チューニングコンデンサ 2 4 は、整合回路 2 A の入力端子側から出力端子側へ直列に接続されるとともに、導体 R 3，インダクタンスコイル 2 3 の間の分岐点 B 1 からこれらと並列にロードコンデンサ 2 2 が接続されている。このロードコンデンサ 2 2 の一端は、接続点 B P 1 において導体 R 2 を介してマッチングボックス 2（接地電位部分）に接続されており、また、同軸ケーブル K 1 のシールド線は分岐点 B 2 から接続点 B P 2 においてマッチングボックス 2（接地電位部分）に接続されている。

ここで、チューニングコンデンサ 2 4 は整合回路 2 A の受動素子のうち最終端とされ、このチューニングコンデンサ 2 4 の出力端子は整合回路 2 A の出力端子とされており、チューニングコンデンサ 2 4 は給電板 3 を介してプラズマ励起電

極 4 に接続されている。

#### 【0090】

本実施形態のプラズマチャンバ 95 においては、サセプタ電極 8 上に被処理基板 16 を載置し、第 1、第 2 の高周波電源 1、27 からプラズマ励起電極 4 とサセプタ電極 8 の双方にそれぞれ高周波電力を印加するとともにガス導入管 17 からシャワープレート 6 を介して反応ガスをチャンバ室 60 内に供給してプラズマを発生させ、被処理基板 16 に対して成膜等のプラズマ処理をおこなう。このとき、第 1 の高周波電源 1 から 13.56MHz 程度以上の周波数の電力、具体的には、例えば 13.56MHz、27.12MHz、40.68MHz 等の周波数の電力を投入する。そして、第 2 の高周波電源 27 からも第 1 の高周波電源 1 からと同等か、異なる周波数の電力、例えば 1.6MHz 程度の電力を投入することもできる。

#### 【0091】

ここで、本実施形態のプラズマチャンバ 95 における高周波特性としての整合回路 2A の交流抵抗  $R_A$ 、 $R_B$  は、第 1 実施形態と同様にして測定・定義する。本実施形態の交流抵抗  $R_A$ 、 $R_B$  は、具体的には図 11～図 14 に示すように測定・定義される。

#### 【0092】

本実施形態の整合回路 2A における測定範囲としては、第 1 実施形態と同様に整合回路 2A の受動素子のうち入力最初段の受動素子の入力端子位置 PR3 および、受動素子のうち出力最終段の受動素子の出力端子位置 PR で切り離した状態をその対象とする。つまり、図 12、図 13、図 14 に示すように、整合回路 2A に接続される給電線 1A を切り離すとともに、給電板 3 に接続されるチューニングコンデンサ 24 の出力端子位置 PR で、給電板 3 と整合回路 2A の端子との接合部つまりネジ止めを外して切り離した状態の整合回路 2A を測定範囲とする。

#### 【0093】

この測定範囲のうち入力端子側交流抵抗  $R_A$  を測定するには、先ず、図 13 に示すように、接続点 BP2 をマッチングボックス 2 から切り離すとともに、第 1

実施形態と同様に図 1 3 に破線で示すように、インピーダンス測定器（高周波特性測定器）AN のプローブ 1 0 5 を、入力端子位置 PR 3 およびマッチングボックス 2 のアース位置（接地電位部分）に接続する。この状態で、インピーダンス測定器 AN の発振する測定周波数を例えば電力周波数  $f_e$  と等しい 4 0 . 6 8 M Hz 程度に設定して、整合回路 2 A の上記測定範囲に対するインピーダンスのベクトル量 ( $Z, \theta$ ) を測定し、インピーダンスの複素表現における実部を算出して、これを入力端子側交流抵抗  $R_A$  (BP 1) として定義する。

## 【 0 0 9 4 】

このとき、整合回路 2 A の入力端子側交流抵抗  $R_A$  の測定時に考慮されている電気的高周波的要因としては、図 1 3 に  $I_{RA}$  で示すように、入力端子とされる測定位置 PR 3 から、分岐点 B 1 を経て、接地電位部分であるマッチングボックス 2 への接続点 BP 1 まで、つまり、以下のものが考えられる。

導体 R 1 における寄生抵抗  $R_{R1}$

導体 R 1 におけるインダクタンス  $L_{R1}$

同軸ケーブル K 1 における寄生抵抗  $R_{K1}$

同軸ケーブル K 1 におけるインダクタンス  $L_{K1}$

導体 R 3 における寄生抵抗  $R_{R3}$

導体 R 3 におけるインダクタンス  $L_{R3}$

ロードコンデンサ 2 2 の容量  $C_L$

導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$

導体 R 2 におけるインダクタンス  $L_{R1}$

## 【 0 0 9 5 】

これらの電気的高周波的要因のうち、整合回路 2 A の前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  (BP 1) としては、図 1 3 に示すように、導体 R 1 における寄生抵抗  $R_{R1}$ 、同軸ケーブル K 1 における寄生抵抗  $R_{K1}$ 、導体 R 3 における寄生抵抗  $R_{R3}$ 、導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$ 、を測定することになる。

ここで、入力端子側交流抵抗  $R_A$  (BP 1) の測定時において、寄生抵抗 R 1 は、分岐点 B 2 までの同軸ケーブル K 1 の抵抗値を含み、および、寄生抵抗 R 3 は、分岐点 B 1 からロードコンデンサ 2 2 までの抵抗値を含み、これらによって

、上記の  $I_{RA}$  の回路における図示しない寄生抵抗をも含んでいるものとする。

【0096】

次に、入力端子側交流抵抗  $R_A$  (BP2) として、図14に示すように、接続点BP1をマッチングボックス2から切り離すとともに接続点BP2をマッチングボックス2に接続する。この状態で、同様にインピーダンス測定器（高周波特性測定器）ANのプロープ105を、出力端子位置PRおよびマッチングボックス2のアース位置（接地電位部分）に接続するとともに、インピーダンス測定器ANの発振する測定周波数を例えば電力周波数  $f_e$  と等しい40.68MHz程度に設定して、整合回路2Aの上記測定範囲に対するインピーダンスのベクトル量 ( $Z, \theta$ ) を測定し、インピーダンスの複素表現における実部を算出して、これを入力端子側交流抵抗  $R_A$  (BP2) として定義する。

【0097】

このとき、整合回路2Aの入力端子側交流抵抗  $R_A$  (BP2) の測定時に考慮されている電気的高周波的要因としては、図14に  $I_{RA}$  で示すように、入力端子とされる測定位置PR3から、分岐点B1を経て、接地電位部分であるマッチングボックス2への接続点BP2まで、つまり、以下のものが考えられる。

導体R1における寄生抵抗  $R_{R1}$

導体R1におけるインダクタンス  $L_{R1}$

同軸ケーブルK1における寄生抵抗  $R_{K1}$

同軸ケーブルK1におけるインダクタンス  $L_{K1}$

同軸ケーブルK1における容量  $C_{K1}$

ここで、同軸ケーブルK1における容量  $C_{K1}$  とは、シールド線との間に発生する容量を意味するものである。

【0098】

これらの電気的高周波的要因のうち、整合回路2Aの前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  (BP2) としては、図14に示すように、導体R1における寄生抵抗  $R_{R1}$ 、同軸ケーブルK1における寄生抵抗  $R_{K1}$ 、を測定することになる。

ここで、入力端子側交流抵抗  $R_A$  (BP2) の測定時において、図14に示すように、同軸ケーブルK1における寄生抵抗  $R_{K1}$  は分岐点B2よりも測定位置P

R 側に位置しているが、これは模式図であり、実際には入力端子側交流抵抗  $R_A$  (B P 2) の測定時において、同軸ケーブル K 1 の抵抗値および、接続点 B P 2 側の抵抗値を含み、上記の  $I_{RA}$  の回路における図示しない寄生抵抗をも含んでいるものとする。

## 【 0 0 9 9 】

同様にして、整合回路 2 A の前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  を測定するには、先ず、図 1 3 に示すように、接続点 B P 2 をマッチングボックス 2 から切り離すとともに、インピーダンス測定器（高周波特性測定器）A N のプローブ 1 0 5 を、第 1 実施形態と同様にして、入力端子位置 P R 3 およびマッチングボックス 2 のアース位置（接地電位部分）に接続する。この状態で、インピーダンス測定器 A N の発振する測定周波数を例えば電力周波数  $f_e$  と等しい 4 0 . 6 8 M H z 程度に設定して、整合回路 2 A の上記測定範囲に対するインピーダンスのベクトル量 ( $Z, \theta$ ) を測定し、インピーダンスの複素表現における実部を算出して、これを入力端子側交流抵抗  $R_B$  (B P 1) として定義する。

## 【 0 1 0 0 】

このとき、整合回路 2 A の出力端子側交流抵抗  $R_B$  (B P 1) の測定時に考慮されている電気的高周波的要因としては、図 1 3 に  $I_{RB}$  で示すように、出力端子とされる測定位置 P R から、分岐点 B 1 を経て、接地電位部分であるマッチングボックス 2 への接続点 B P 1 まで、つまり、以下のものが考えられる。

チューニングコンデンサ 2 4 の容量  $C_T$

導体 R 4 における寄生抵抗  $R_{R4}$

導体 R 4 におけるインダクタンス  $L_{R4}$

インダクタンスコイル 2 3 における寄生抵抗  $R_{LT}$

インダクタンスコイル 2 3 におけるインダクタンス  $L_T$

ロードコンデンサ 2 2 の容量  $C_L$

導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$

導体 R 2 におけるインダクタンス  $L_{R1}$

## 【 0 1 0 1 】

これらの電気的高周波的要因のうち、整合回路 2 A の前記出力端子側交流抵抗

$R_B$  (B P 1) としては、図 1 3 に示すように、導体  $R_4$  における寄生抵抗  $R_{R4}$ 、インダクタンスコイル 2 3 における寄生抵抗  $R_{LT}$ 、導体  $R_2$  における寄生抵抗  $R_{R2}$ 、を測定することになる。

ここで、寄生抵抗  $R_{LT}$  は、出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定時において、分岐点 B 1 からロードコンデンサ 2 2 までの抵抗値等、上記の  $I_{RB}$  の回路における図示しない寄生抵抗をも含んでいるものとする。

#### 【 0 1 0 2 】

次に、出力端子側交流抵抗  $R_B$  (B P 2) として、図 1 4 に示すように、接続点 B P 1 をマッチングボックス 2 から切り離すとともに接続点 B P 2 をマッチングボックス 2 に接続する。この状態で、同様にインピーダンス測定器（高周波特性測定器）A N のプローブ 1 0 5 を、出力端子位置 P R およびマッチングボックス 2 のアース位置（接地電位部分）に接続するとともに、インピーダンス測定器 A N の発振する測定周波数を例えば電力周波数  $f_e$  と等しい 4 0 . 6 8 M H z 程度に設定して、整合回路 2 A の上記測定範囲に対するインピーダンスのベクトル量 ( $Z$ ,  $\theta$ ) を測定し、インピーダンスの複素表現における実部を算出して、これを出力端子側交流抵抗  $R_B$  (B P 2) として定義する。

#### 【 0 1 0 3 】

このとき、整合回路 2 A の出力端子側交流抵抗  $R_B$  (B P 2) の測定時に考慮されている電気的高周波的要因としては、図 1 4 に  $I_{RB}$  で示すように、出力端子とされる測定位置 P R から、分岐点 B 2 を経て、接地電位部分であるマッチングボックス 2 への接続点 B P 2 まで、つまり、以下のものが考えられる。

チューニングコンデンサ 2 4 の容量  $C_T$

導体  $R_4$  における寄生抵抗  $R_{R4}$

導体  $R_4$  におけるインダクタンス  $L_{R4}$

インダクタンスコイル 2 3 における寄生抵抗  $R_{LT}$

インダクタンスコイル 2 3 におけるインダクタンス  $L_T$

導体  $R_3$  における寄生抵抗  $R_{R3}$

導体  $R_3$  におけるインダクタンス  $L_{R3}$

同軸ケーブル K 1 における寄生抵抗  $R_{K1}$

同軸ケーブル K 1 におけるインダクタンス  $L_{K1}$

同軸ケーブル K 1 における容量  $C_{K1}$

【 0 1 0 4 】

これらの電気的高周波的要因のうち、整合回路 2 A の前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  ( B P 2 ) としては、図 1 4 に示すように、導体  $R_4$  における寄生抵抗  $R_{R4}$ 、インダクタンスコイル 2 3 における寄生抵抗  $R_{LT}$ 、導体  $R_3$  における寄生抵抗  $R_{R3}$ 、同軸ケーブル K 1 における寄生抵抗  $R_{K1}$ 、を測定することになる。

【 0 1 0 5 】

本実施形態のプラズマチャンバ 7 5 の整合回路 2 A においては、このように測定された高周波特性としての入力端子側交流抵抗  $R_A$  および出力端子側交流抵抗  $R_B$  が、プラズマチャンバ 7 5 の作動状態に適した所定の範囲の値になるように設定する。具体的には、それぞれの入力端子側交流抵抗  $R_A$  ( B P 1 )、入力端子側交流抵抗  $R_A$  ( B P 2 )、出力端子側交流抵抗  $R_B$  ( B P 1 )、および出力端子側交流抵抗  $R_B$  ( B P 2 ) を、各々後述する所定の範囲の値になるように設定する。

ここで、交流抵抗  $R_A$ 、 $R_B$  を設定する方法としては、例えば、

①銅板（導体  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ ）の形状（長さ、幅）を調整する。

②銅板（導体  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ ）の組み立て状態（取り付け状態）を調整する。

③同軸ケーブル K 1 の形状（長さ、幅）を調整する。

④銅板（導体  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ ）に銀をメッキする。

等の手法を適用することができる。

【 0 1 0 6 】

そして、本実施形態のプラズマ処理装置 9 1 においては、プラズマチャンバ 9 6 は、プラズマチャンバ 9 5 と略同等の構造とされている。そして、このプラズマチャンバ 9 6 に対しても、高周波特性としての交流抵抗  $R_A$ 、 $R_B$ 、具体的には、交流抵抗  $R_A$  ( B P 1 )、 $R_A$  ( B P 2 )、 $R_B$  ( B P 1 )、 $R_B$  ( B P 2 ) をそれぞれプラズマチャンバ 9 5 と同様にして設定する。

ここで、これらプラズマチャンバ 9 5、9 6 において、いずれも、電力周波数

$f_e$  を 4 0 . 6 8 M H z に設定して、交流抵抗  $R_A$  ,  $R_B$  を測定する。

ところが、この交流抵抗  $R_A$  ,  $R_B$  は、機械的な構造をその多くの要因としてきまる電気的高周波的な特性であり、各実機ごとにそれぞれ異なっていると考えられる。

#### 【 0 1 0 7 】

入力端子側交流抵抗  $R_A$  としては、まず、計測したプラズマチャンバ 9 5 に対する入力端子側交流抵抗  $RA(BP1)_{95}$ 、プラズマチャンバ 9 6 に対する入力端子側交流抵抗  $RA(BP1)_{96}$  のうち、その最大値  $RA(BP1)_{\max}$  と最小値  $RA(BP1)_{\min}$  に対して、

#### 【数 1】

$$\langle RA(BP1) \rangle = \frac{RA(BP1)_{\max} - RA(BP1)_{\min}}{RA(BP1)_{\max} + RA(BP1)_{\min}} \quad \dots (14A')$$

この式 ( 1 4 A' ) のように複数のプラズマチャンバ 9 5 , 9 6 の入力端子側交流抵抗  $RA(BP1)$  のばらつき  $\langle RA(BP1) \rangle$  として定義する。

#### 【 0 1 0 8 】

同様にして、計測したプラズマチャンバ 9 5 に対する入力端子側交流抵抗  $RA(BP2)_{95}$ 、プラズマチャンバ 9 6 に対する入力端子側交流抵抗  $RA(BP2)_{96}$  のうち、その最大値  $RA(BP2)_{\max}$  と最小値  $RA(BP2)_{\min}$  に対して、

#### 【数 2】

$$\langle RA(BP2) \rangle = \frac{RA(BP2)_{\max} - RA(BP2)_{\min}}{RA(BP2)_{\max} + RA(BP2)_{\min}} \quad \dots (14A'')$$

この式 ( 1 4 A'' ) のように複数のプラズマチャンバ 9 5 , 9 6 の入力端子側交流抵抗  $RA(BP2)$  のばらつき  $\langle RA(BP2) \rangle$  として定義する。

#### 【 0 1 0 9 】



そして、これら入力端子側交流抵抗  $R_A(BP1)$  のばらつき  $\langle R_A(BP1) \rangle$  および入力端子側交流抵抗  $R_A(BP2)$  のばらつき  $\langle R_A(BP2) \rangle$  のうち、その値の大きいものを入力端子側交流抵抗  $R_A$  のばらつき  $\langle R_A \rangle$  とし、この (14A') (14A'') 式で表されるばらつきの値を 0.4 より小さい範囲の値に設定する。つまり、接続点  $BP1$ ,  $BP2$  に対応する入力端子側交流抵抗  $R_A$  のばらつきの値  $\langle R_A(BP1) \rangle$  および  $\langle R_A(BP2) \rangle$  をすべて、0.4 とされる所定の範囲の値となるように設定する。

この際、入力端子側交流抵抗  $R_A$  のばらつき  $\langle R_A \rangle$  を設定する方法としては、上述の①～④等のような手法を適用することができる。

## 【0110】

同時に、出力端子側交流抵抗  $R_B$  としては、計測したプラズマチャンバ 95 に対する出力端子側交流抵抗 ( $BP1$ )  $R_{B95}$ 、プラズマチャンバ 96 に対する出力端子側交流抵抗  $R_B(BP1)_{96}$  のうち、その最大値  $R_B(BP1)_{\max}$  と最小値  $R_B(BP1)_{\min}$  に対して、

## 【数 3】

$$\langle RB(BP1) \rangle = \frac{RB(BP1)_{\max} - RB(BP1)_{\min}}{RB(BP1)_{\max} + RB(BP1)_{\min}} \quad \dots (14B')$$

式 (14B') のように複数のプラズマチャンバ 95, 96 の出力端子側交流抵抗  $R_B(BP1)$  のばらつき  $\langle R_B(BP1) \rangle$  として定義する。

## 【0111】

同様に、計測したプラズマチャンバ 95 に対する出力端子側交流抵抗  $R_B(BP2)_{95}$ 、プラズマチャンバ 96 に対する出力端子側交流抵抗  $R_B(BP2)_{96}$  のうち、その最大値  $R_B(BP2)_{\max}$  と最小値  $R_B(BP2)_{\min}$  に対して、

【数 4】

$$\langle RB(BP2) \rangle = \frac{RB(BP2)_{\max} - RB(BP2)_{\min}}{RB(BP2)_{\max} + RB(BP2)_{\min}} \dots (14B'')$$

この式(14B'')のように複数のプラズマチャンバ95, 96の入力端子側交流抵抗RA(BP2)のばらつき<RA(BP2)>として定義する。

【0112】

そして、これら出力端子側交流抵抗RB(BP1)のばらつき<RB(BP1)>および出力端子側交流抵抗RB(BP2)のばらつき<RB(BP2)>のうち、その値の大きいものを出力端子側交流抵抗RBのばらつき<RB>とし、この(14B')(14B'')式で表されるばらつきの値を0.4より小さい範囲の値に設定する。つまり、接続点BP1, BP2に対応する入力端子側交流抵抗RBのばらつきの値<RB(BP1)>および<RB(BP2)>をすべて、0.4とされる所定の範囲の値となるように設定する。

この際、出力端子側交流抵抗RBのばらつき<RB>を設定する方法としては、上述の①～④等のような手法を適用することができる。

【0113】

上記構成のプラズマ処理装置91は、ゲートg0を開放して被処理基板16をロードロック室93に搬入し、ゲートg0を閉塞してロードロック室93を低真空ポンプによって排気する。ゲートg1, g2を開放してロードロック室93に搬入された基板16を、搬送室92の搬送ロボットの移載アームによって熱処理室99に移動し、ゲートg1, g2を閉塞して搬送室92と熱処理室99を高真空ポンプによって排気する。ついで基板16を加熱処理し、終了後、ゲートg2, g4を開放して熱処理された基板16を、搬送室92の搬送ロボットの移載アームによってプラズマチャンバ95に移動する。プラズマチャンバ95の基板16を反応処理し、終了後ゲートg4, g3を開放して処理された基板16を、搬送室92の搬送ロボットの移載アームによってプラズマチャンバ96に移動する。プラズマチャンバ96の基板16を反応処理し、終了後ゲートg3, g1を開放して基板16を、搬送室92の搬送ロボットの移載アームによってロードロッ

ク室 9 3 に移動する。

【 0 1 1 4 】

このとき、例えば各処理室における成膜条件等の処理条件や処理シーケンスをオペレータが設定する他は、各部の動作が制御部により制御されており、自動運転する構成になっている。したがって、このプラズマ処理装置 9 1 を使用する際には、処理前の被処理基板 1 6 をロードロック室 9 3 のローダカセットにセットし、オペレータがスタートスイッチを操作すれば、基板搬送ロボットによりローダカセットから各処理室内に被処理基板 1 6 が搬送され、各処理室で一連の処理が順次自動的に行われた後、基板搬送ロボットによりアンローダカセット（ローダカセット）に収容される。

【 0 1 1 5 】

上記構成のプラズマチャンバ 9 5, 9 6 においては、第 1 実施形態と同様に、サセプタ電極 8 上に被処理基板 1 6 を載置し、高周波電源 1 から高周波電極 4 とサセプタ電極 8 の双方にそれぞれ高周波電力を印加するとともにガス導入管 1 7 からシャワープレート 6 を介して反応ガスをチャンバ室 6 0 内に供給してプラズマを発生させ、被処理基板 1 6 上にアモルファスシリコン膜、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜等を成膜する。

【 0 1 1 6 】

本実施形態のプラズマ処理装置 9 1 およびその検査方法においては、第 1 実施形態と同等の効果を奏するとともに、各プラズマチャンバ 9 5, 9 6 の整合回路 2 A における入力端子側交流抵抗 R A, 出力端子側交流抵抗 R B のばらつきが、それぞれ 0. 4 より小さい範囲の値に設定されてなることで、複数のプラズマチャンバ 9 5, 9 6 に対して電気的高周波的な特性の機差をなくすることが可能となり、これにより、インピーダンス特性を指標とする一定の管理幅内に複数のプラズマチャンバ 9 5, 9 6 の状態を設定することが可能となるので、個々のプラズマチャンバ 9 5, 9 6 において、プラズマ空間で消費される実効的な電力をそれぞれ略均一にすることができる。

その結果、複数のプラズマチャンバ 9 5, 9 6 に対して同一のプロセスレシピを適用して、略同一のプラズマ処理結果を得ること、つまり、複数のプラズマチ

チャンバにおいて例えば成膜をおこなった際に、膜厚、絶縁耐圧、エッチングレート等、略均一な膜特性の膜を得ることが可能となる。具体的には、上記のばらつきの値を 0.4 より小さい範囲に設定することにより、略同一の条件で積層をおこなったプラズマチャンバにおいて、膜厚のばらつきの値を±3%の範囲におさめることができる。

## 【0117】

本実施形態のように、複数の接続点BP1, BP2がある場合には、これらの接続点BP1, BP2のうち1箇所の接続点BP1のみをマッチングボックス（接地電位部分）2に接続するよう他の接続点BP2を切断した状態として入力端子側交流抵抗RA（BP1）および出力端子側交流抵抗RB（BP1）を測定し、かつ、接続する点を切り替えて、接続点BP2のみをマッチングボックス（接地電位部分）2に接続するよう他の接続点BP1を切断した状態として入力端子側交流抵抗RA（BP2）および出力端子側交流抵抗RB（BP2）を測定することにより、各接続点BP1, BP2ごとに接続状態を設定して測定範囲を設定し、この測定範囲ごとに異なる状態とされる整合回路2Aの受動素子に対して測定したそれぞれの交流抵抗RA（BP1）、RA（BP2）、RB（BP1）、RB（BP2）を、各プラズマチャンバ95, 96に対して式（14A'）（14A''）（14B'）（14B''）に示すようなばらつきの値を定義して、各測定範囲毎の交流抵抗のばらつきの値<RA><RB>を設定することで、個々のプラズマチャンバ95, 96において、プラズマ空間で消費される実効的な電力をそれぞれ略均一にすることができる。

## 【0118】

さらに、本実施形態のプラズマ処理装置91およびその検査方法においては、複数のプラズマチャンバ95, 96の前記整合回路2Aにおいて、それぞれ入力端子側交流抵抗RA, 出力端子側交流抵抗RBを同時に設定することにより、複数の分岐点B1, B2を有する整合回路2Aにおいても、これらの寄生抵抗を設定してその機差をなくすことができる。このため、前記プラズマチャンバ95, 96のインピーダンス特性を測定する際における作業効率を向上することができる。

## 【0119】

さらに、本実施形態においては、プラズマ励起電極4に対する入力端子側交流抵抗RA、出力端子側交流抵抗RBを設定したが、サセプタ電極側8側の整合回路25に対する入力端子側交流抵抗RA、出力端子側交流抵抗RBを設定するよう対応することも可能である。この場合、それぞれの測定位置を、図11、図12に示すように、整合回路25の出力端子側交流抵抗RBの測定範囲を規定する測定位置PR'として設定し、整合回路25の入力端子側交流抵抗RAの測定範囲を規定する測定位置PR3'として設定することができる。

## 【0120】

さらに、平行平板型の電極4、8を有するタイプに変えて、ICP (inductive coupled plasma) 誘導結合プラズマ励起型、RLSA (radial line slot antenna) ラジアルラインスロットアンテナ型などのプラズマ処理装置や、RIE (Reactive Ion Etching) 反応性スパッタエッチング用の処理装置に適用することもできる。

なお、電極4、8に替えて、ターゲット材を取り付けることにより、プラズマ処理としてスパッタリングをおこなうことも可能である。

## 【0121】

以下、本発明に係るプラズマ処理装置、プラズマ処理システムおよびこれらの性能確認システム、検査方法の第3実施形態を、図面に基づいて説明する。

## 〔第3実施形態〕

図15は本実施形態のプラズマチャンバの概略構成を示す模式図である。

## 【0122】

本実施形態のプラズマ処理装置は、図1～図14に示した第1、第2実施形態と略同等の構成とされ、図1～図14に示した第1、第2実施形態と異なる点は、プラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）の部分で、整合回路、および、スイッチに関する点のみであり、プラズマ処理装置としての構成に関しては第1ないし第2実施形態に準ずるものとされる。また、これ以外の第1ないし第2実施形態と略同等の構成要素に関しては同一の符号を付してその説明を省略する。

## 【0123】

本実施形態においては、プラズマチャンバの構成として第 2 実施形態と同様の 2 周波数励起タイプとされるとともに、図 1 5 に P R 2 で示すように、高周波数特性としての入力端子側交流抵抗 R A を測定する測定範囲を規定する測定位置が、各プラズマチャンバ 7 5, 7 6, 7 7, 9 5, 9 6, 9 7 において、整合回路 2 A の高周波電源 1 に接続される高周波電力供給電体（給電線）1 A の入力端子位置に設定される。

#### 【 0 1 2 4 】

図 1 6 は、図 1 5 の整合回路の概略構成を示す模式図、図 1 7 は、図 1 6 の整合回路における寄生抵抗を説明するための模式回路図である。

整合回路 2 A は、図 1 5 ～図 1 7 に示すように、高周波電源 1 と給電板 3 との間に設けられ、複数の受動素子として、エアバリコンからなるチューニングコンデンサ 2 4 と、真空バリコンからなるロードコンデンサ 2 2 と、これらの受動素子を接続するための銅板とされる導体 R 1, R 2, R 3, R 4, R 5 とを有する構成とされている。

これらのうち、導体 R 1, 導体 R 5, 導体 R 3, 導体 R 4, チューニングコンデンサ 2 4 は、整合回路 2 A の入力端子側から出力端子側へ直列に接続されるとともに、導体 R 3, 導体 R 4 の間の分岐点 B 1 からこれらと並列にロードコンデンサ 2 2 が接続されている。ロードコンデンサ 2 2 の一端は、接続点 B P 1 において導体 R 2 を介してマッチングボックス 2（接地電位部分）に接続されている。

ここで、チューニングコンデンサ 2 4 は整合回路 2 A の受動素子のうち最終端とされ、このチューニングコンデンサ 2 4 の出力端子は整合回路 2 A の出力端子とされており、チューニングコンデンサ 2 4 は給電板 3 を介してプラズマ励起電極 4 に接続されている。

#### 【 0 1 2 5 】

本実施形態の整合回路 2 A の入力端子位置 P R 3 には、図 1 5 ～図 1 7 に示すように、入力端子側交流抵抗 R A を測定するための測定用端子 6 1 と、この測定用端子 6 1 と高周波数特性測定器 A N とを接続する同軸ケーブルとされる接続線 6 1 A と、高周波数特性測定時および、プラズマ発生時に、プラズマチャンバに

対する接続を給電線 1 A と高周波特性測定器（インピーダンス測定器）A N との間で切り替えるスイッチ S W 5 とが接続される。スイッチ S W 5 には、測定用端子 6 1 を介した整合回路 2 A の入力端子位置 P R 3 と、給電線 1 A と、接続線 6 1 A とが接続されている。また、スイッチ S W 5、給電線 1 A、接続線 6 1 A は、プラズマ発生時と高周波特性測定時とのいずれの場合にも、マッチングボックス 2 が接地電位になるよう構成されている。

ここで、スイッチ S W 5 で切り替えられる入力端子位置 P R 3 から給電線 1 A の高周波電源 1 側端部（高周波電源 1 の出力端子位置）とされる測定位置 P R 2 までのインピーダンスと、入力端子位置 P R 3 から接続線 6 1 A を介して高周波特性測定器 A N までのインピーダンスとがそれぞれ等しく設定されている。具体的には、給電線 1 A と接続線 6 1 A との長さが等しく設定されている。さらに、各プラズマチャンバ 7 5, 7 6, 7 7, 9 5, 9 6, 9 7 と高周波特性測定器 A N までのインピーダンスとが等しくなるようにそれぞれ設定されている。これにより、整合回路 2 A と高周波特性測定器 A N との接続を着脱することなく、スイッチ S W 5 切り替えのみにより、インピーダンスなどの測定による高周波特性、特に入力端子側交流抵抗 R A の測定を容易におこなうことが可能となる。

#### 【 0 1 2 6 】

本実施形態の整合回路 2 A の出力端子位置 P R 近傍には、図 1 5 ～図 1 7 に示すように、出力端子側交流抵抗 R B を測定するための測定用端子 6 1' と、この測定用端子 6 1' と高周波数特性測定器 A N とを接続する同軸ケーブルとされる接続線 6 1 B と、高周波数特性測定時および、プラズマ発生時に、整合回路 2 A に対する接続を給電板 3 側と高周波特性測定器（インピーダンス測定器）A N との間で切り替えるスイッチ S W 1 および S W 1' とが接続される。スイッチ S W 1 には整合回路 2 A の出力端子位置 P R と測定用端子 6 1' および給電板 3 側への出力線とが接続され、スイッチ S W 1' はマッチングボックス 2 と接続線 6 1 B のシールド線を介した高周波特性測定器行きのアース電位部分に接続されている。また、スイッチ S W 1, S W 1'、接続線 6 1 B は、プラズマ発生時と高周波特性測定時とのいずれの場合にも、マッチングボックス 2 が接地電位になるよう構成されている。

ここで、各プラズマチャンバ75, 76, 77, 95, 96, 97から高周波特性測定器ANまでのインピーダンスとが等しくなるようにそれぞれ接続線61Bの長さが等しく設定されている。これにより、整合回路2Aと高周波特性測定器ANとの接続を着脱することなく、スイッチSW1, SW1'の切り替えのみにより、インピーダンスなどの測定による高周波特性、特に出力端子側交流抵抗RBの測定を容易におこなうことが可能となる。

## 【0127】

ここで、本実施形態のプラズマチャンバ75, 76, 77, 95, 96, 97における高周波特性としての整合回路2Aの交流抵抗RA, RBは、第1, 第2実施形態と同様にして測定・定義する。

## 【0128】

入力端子側交流抵抗RAを測定するには、図17に示すように、スイッチSW1, SW1'を切り替えて整合回路2Aを出力端子位置PRでプラズマチャンバから切り離した状態とするとともに、スイッチSW5をインピーダンス測定器（高周波特性測定器）AN側に切り替えた状態で、インピーダンス測定器ANの発振する測定周波数を例えば電力周波数 $f_e$ と等しい40.68MHz程度に設定して、整合回路2Aの上記測定範囲に対するインピーダンスのベクトル量（ $Z$ ,  $\theta$ ）を測定し、インピーダンスの複素表現における実部を算出して、これを交流抵抗として定義する。

## 【0129】

このとき、整合回路2Aの入力端子側交流抵抗RAの測定時に考慮されている電気的高周波的要因としては、図17に $I_{RA}$ で示すように、高周波電源1側の測定位置PR2とインピーダンス特性の等しい高周波特性測定器AN側の測定位置PR2から、分岐点B3, B1を経て、マッチングボックス2等の接地電位部分まで、つまり、以下のものが考えられる。

接続線61Aにおける寄生抵抗 $R_{61A}$

接続線61Aにおけるインダクタンス $L_{61A}$

接続線61Aにおける容量 $C_{61A}$

スイッチSW5における寄生抵抗 $R_{SW5}$



スイッチ SW 5 におけるインダクタンス  $L_{SW5}$

測定用端子 6 1 における寄生抵抗  $R_{61}$

測定用端子 6 1 におけるインダクタンス  $L_{61}$

導体 R 1 における寄生抵抗  $R_{R1}$

導体 R 1 におけるインダクタンス  $L_{R1}$

導体 R 5 における寄生抵抗  $R_{R5}$

導体 R 5 におけるインダクタンス  $L_{R5}$

導体 R 3 における寄生抵抗  $R_{R3}$

導体 R 3 におけるインダクタンス  $L_{R3}$

ロードコンデンサ 2 2 の容量  $C_L$

導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$

導体 R 2 におけるインダクタンス  $L_{R1}$

ここで、接続線 6 1 A における容量  $C_{61A}$  とは、シールド線との間に発生する容量を意味するものである。

#### 【 0 1 3 0 】

これらの電気的高周波的要因のうち、整合回路 2 A の前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  としては、図 1 7 に示すように、接続線 6 1 A における寄生抵抗  $R_{61A}$ 、スイッチ SW 5 における寄生抵抗  $R_{SW5}$ 、測定用端子 6 1 における寄生抵抗  $R_{61}$ 、導体 R 1 における寄生抵抗  $R_{R1}$ 、導体 R 5 における寄生抵抗  $R_{R5}$ 、導体 R 3 における寄生抵抗  $R_{R3}$ 、導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$ 、を測定することになる。

ここで、入力端子側交流抵抗  $R_A$  の測定時において、寄生抵抗  $R_3$  は、分岐点 B 1 からロードコンデンサ 2 2 までの抵抗値を含み、これによって、上記の  $I_{RA}$  の回路における図示しない寄生抵抗をも含んでいるものとする。

#### 【 0 1 3 1 】

同様にして、整合回路 2 A の前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  を測定するには、スイッチ SW 5 を切り替えて整合回路 2 A を入力端子位置 P R 3 で高周波電源 1 から切り離した状態とするとともに、スイッチ SW 1, SW 1' をインピーダンス測定器（高周波特性測定器）AN 側に切り替えた状態で、出力端子位置 P R をインピーダンス測定器 AN に接続し、かつ、マッチングボックス 2 をインピーダン

ス測定器 A N のアース部分に接続してインピーダンス測定器 A N の発振する測定周波数を例えば電力周波数  $f_e$  と等しい 4 0 . 6 8 M H z 程度に設定して、整合回路 2 A の上記測定範囲に対するインピーダンスのベクトル量 ( $Z, \theta$ ) を測定し、インピーダンスの複素表現における実部を算出して、これを交流抵抗として定義する。

## 【 0 1 3 2 】

このとき、整合回路 2 A の出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定時に考慮されている電気的高周波的要因としては、図 1 7 に  $I_{RB}$  で示すように、出力端子とされる測定位置 P R から、分岐点 B 1 を経て、接地電位部分である接続点 B 1 まで、つまり、以下のものが考えられる。

スイッチ S W 1 における寄生抵抗  $R_{SW1}$

スイッチ S W 1 におけるインダクタンス  $L_{SW1}$

チューニングコンデンサ 2 4 の容量  $C_T$

導体 R 4 における寄生抵抗  $R_{R4}$

導体 R 4 におけるインダクタンス  $L_{R4}$

ロードコンデンサ 2 2 の容量  $C_L$

導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$

導体 R 2 におけるインダクタンス  $L_{R1}$

## 【 0 1 3 3 】

これらの電気的高周波的要因のうち、整合回路 2 A の前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  としては、図 1 7 に示すように、導体 R 4 における寄生抵抗  $R_{R4}$ 、導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$ 、を測定することになる。

ここで、寄生抵抗  $R_{R4}$  は、出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定時において、分岐点 B 1 からロードコンデンサ 2 2 までの抵抗値等、上記の  $I_{RB}$  の回路における図示しない寄生抵抗をも含んでいるものとする。

## 【 0 1 3 4 】

なお、整合回路 2 A の出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定時に考慮されている電気的高周波的要因としては、図 1 7 に示すように、以下の要因が存在しているが、これらは、高周波電源 1 からプラズマチャンバへの高周波電力供給時にはその寄

与が無視し得るため、これらは出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定後にその影響を排除するように操作をおこなっておく。

接続線 6 1 B における寄生抵抗  $R_{61B}$

接続線 6 1 B におけるインダクタンス  $L_{61B}$

接続線 6 1 B における容量  $C_{61B}$

測定用端子 6 1' における寄生抵抗  $R_{61'}$

測定用端子 6 1' におけるインダクタンス  $L_{61'}$

【 0 1 3 5 】

本実施形態のプラズマチャンバの整合回路 2 A においては、第 1, 第 2 実施形態と同様に、測定された高周波特性としての入力端子側交流抵抗  $R_A$  および出力端子側交流抵抗  $R_B$  が、プラズマチャンバのの作動状態に適した所定の範囲の値になるように設定するとともに、複数のプラズマチャンバにおいて、前記式 (1 4 A) (1 4 B) に示すように、そのばらつきの値をそれぞれ設定する。

【 0 1 3 6 】

本実施形態のプラズマ処理装置およびその検査方法においては、第 1, 第 2 実施形態と同等の効果を奏するとともに、整合回路 2 A の測定範囲に給電線 1 A が含まれていることにより、実際に電力を供給する部分の寄生抵抗までも含めて設定することが可能となるため、測定範囲に高周波電力給電体 (給電線) 1 A を含めない場合に比べて、整合回路 2 A だけでなく、高周波電力給電体 1 A も含めて複数のプラズマチャンバに対し、電気的高周波的な特性の機差をなくすることが可能となり、個々のプラズマチャンバにおいてプラズマ空間で消費される実効的な電力の略均一性をさらに高めることができ、これに同一のプロセスレシピを適用して、高周波電力給電体 1 A を含めない場合に比べて、さらに略同一性の高いプラズマ処理結果を得ることができる。

【 0 1 3 7 】

さらに、本実施形態のプラズマ処理装置およびその検査方法においては、測定用端子 6 1, 6 1', スイッチ SW 5, SW 1, SW 1' を設けるとともに、入力端子位置 P R 3 から測定位置 P R 2 までのインピーダンスと、入力端子位置 P R 3 から接続線 6 1 A を介して高周波特性測定器 A N までのインピーダンスとが

それぞれ等しく設定されていることにより、個々のプラズマチャンバにおいて、整合回路 2 A と高周波電源 1、および、整合回路 2 A と給電板 3 側と、をそれぞれ着脱することなく、かつ、インピーダンス測定用プローブ 1 0 5 を着脱することなく、スイッチ SW 5、SW 1、SW 1' の切り替えのみにより高周波特性、特に入力端子側交流抵抗 R A および出力端子側交流抵抗 R B の測定と、プラズマ処理装置の動作状態つまりプラズマ発生状態と、の切り替えを容易におこなうことが可能となる。

#### 【 0 1 3 8 】

さらに、各プラズマチャンバ 7 5、7 6、7 7、9 5、9 6、9 7 と高周波特性測定器 A N までのインピーダンスとが等しくなるようにそれぞれ接続線 6 1 A の長さ等が設定されていることにより、高周波特性の測定、特に入力端子側交流抵抗 R A の測定時において、スイッチ SW 5 の切り替えのみにより複数のプラズマチャンバ 9 5、9 6 を順に切り替えることができ、入力端子側交流抵抗 R A の測定時における作業効率を向上することができる。

また、各プラズマチャンバ 7 5、7 6、7 7、9 5、9 6、9 7 と高周波特性測定器 A N までのインピーダンスとが等しくなるようにそれぞれ接続線 6 1 B の長さ等が設定されていることにより、高周波特性の測定、特に出力端子側交流抵抗 R B の測定時において、スイッチ SW 1、SW 1' の切り替えのみにより複数のプラズマチャンバ 9 5、9 6 を順に切り替えることができ、出力端子側交流抵抗 R B の測定時における作業効率を向上することができる。

#### 【 0 1 3 9 】

以下、本発明に係るプラズマ処理装置、プラズマ処理システムおよびこれらの性能確認システム、検査方法の第 4 実施形態を、図面に基づいて説明する。

#### 〔第 4 実施形態〕

図 1 8 は本実施形態のプラズマチャンバにおける整合回路の概略構成を示す模式図である。

#### 【 0 1 4 0 】

本実施形態のプラズマ処理装置は、図 1 ～図 1 7 に示した第 1 ～第 3 実施形態と略同等の構成とされ、図 1 ～図 1 7 に示した第 1 ～第 3 実施形態と異なる点は

、プラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）の整合回路とその測定範囲に関する点のみであり、プラズマ処理装置としての構成に関しては第 1 ないし第 3 実施形態に準ずるものとされる。また、これ以外の第 1 ないし第 3 実施形態と略同等の構成要素に関しては同一の符号を付してその説明を省略する。

#### 【0 1 4 1】

本実施形態においては、入力端子側交流抵抗  $R_A$  を規定する測定位置が、第 3 実施形態と同様にして、図 1 8 に示すように、 $PR_2$  とされるとともに、図 1 8 に  $PR_4$  で示すように、高周波数特性としての出力端子側交流抵抗  $R_B$  を測定する測定範囲を規定する測定位置が、各プラズマチャンバ 7 5, 7 6, 7 7, 9 5, 9 6, 9 7 において、整合回路 2 A に接続される高周波電力供配電体（給電板）3 の電極 4 側の出力端子位置に設定される。

また、第 1, 第 2 実施形態と同様に、整合回路 2 A の入力端子は、スイッチ  $SW_5$  を介さずに給電線 1 A に接続されている。

#### 【0 1 4 2】

図 1 9 は、図 1 8 の整合回路における寄生抵抗を説明するための模式回路図である。

整合回路 2 A は、図 1 8, 図 1 9 に示すように、高周波電源 1 と給電板 3 との間に設けられ、複数の受動素子として、インダクタンスコイル 2 3 と、エアバリコンからなるチューニングコンデンサ 2 4 と、真空バリコンからなるロードコンデンサ 2 2 A, 2 2 B と、これらの受動素子を接続するための銅板とされる導体  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_5$ ,  $R_6$  とを有する構成とされている。

これらのうち、導体  $R_1$ , 導体  $R_5$ , インダクタンスコイル 2 3, チューニングコンデンサ 2 4 は、整合回路 2 A の入力端子側から出力端子側へ直列に接続されるとともに、導体  $R_1$ , 導体  $R_5$  の間の分岐点  $B_4$  からこれらと並列にロードコンデンサ 2 2 A が接続され、導体  $R_5$ , インダクタンスコイル 2 3 の間の分岐点  $B_1$  からこれらと並列にロードコンデンサ 2 2 B が接続されている。ロードコンデンサ 2 2 A の一端は、接続点  $BP_4$  において導体  $R_6$  を介してマッチングボックス 2（接地電位部分）に接続されているとともに、ロードコンデンサ 2 2 B の一端は、接続点  $BP_1$  において導体  $R_2$  を介してマッチングボックス 2（接地

電位部分)に接続されている。

ここで、チューニングコンデンサ24は整合回路2Aの受動素子のうち最終端とされ、このチューニングコンデンサ24の出力端子は整合回路2Aの出力端子とされており、チューニングコンデンサ24は給電板3を介してプラズマ励起電極4に接続されている。

#### 【0143】

ここで、本実施形態のプラズマチャンバ75, 76, 77, 95, 96, 97における高周波特性としての整合回路2Aの交流抵抗RA, RBは、第1ないし第3実施形態と同様にして測定・定義する。本実施形態の交流抵抗RA, RBは、具体的には図18, 図19, 図20に示すように測定・定義される。

#### 【0144】

本実施形態の整合回路2Aにおける測定範囲としては、図18にPR4で示すように、高周波電力配電体(給電板)の出力端子位置とされる測定位置PR4で整合回路2Aをプラズマチャンバから切り離す、つまり、整合回路2Aの出力端子位置に高周波電力配電体(給電板)3が接続した状態でプラズマチャンバから切り離すとともに、高周波電力給電体(給電線)1Aが整合回路2Aの入力端子に接続した状態で高周波電源1から切り離した状態を測定範囲とする。

#### 【0145】

入力端子側交流抵抗RAを測定するには、図18にPR4で示すように、高周波電力配電体(給電板)の出力端子位置PR4で整合回路2Aをプラズマチャンバから切り離す、つまり、整合回路2Aの出力端子位置に高周波電力配電体(給電板)3が接続した状態でプラズマチャンバから切り離すとともに、高周波電力給電体(給電線)1Aが整合回路2Aの入力端子に接続した状態で高周波電源1から切り離し、この状態で、測定位置PR2から入力端子側交流抵抗RAを、測定する。

#### 【0146】

このとき、先ず、図19に示すように、接続点BP4をマッチングボックス2から切り離すとともに、給電線1Aのシールド線をアース状態としてインピーダンス測定器(高周波特性測定器)ANのプロープ105を、第1, 第2実施形態

と同様にして、測定位置 P R 2 およびマッチングボックス 2 のアース位置（接地電位部分）に接続する。この状態で、インピーダンス測定器 A N の発振する測定周波数を例えば電力周波数  $f_e$  と等しい 40.68MHz 程度に設定して、整合回路 2 A の上記測定範囲に対するインピーダンスのベクトル量 ( $Z, \theta$ ) を測定し、インピーダンスの複素表現における実部を算出して、これを入力端子側交流抵抗  $R_A$  (B P 1) として定義する。

## 【0147】

本実施形態において、整合回路 2 A の入力端子側交流抵抗  $R_A$  (B P 1) の測定時に考慮されている電気的高周波的要因としては、図 19 に  $I_{RA}$  で示すように、高周波電源 1 側の測定位置 P R 2 から、分岐点 B 1 を経て、接地電位部分であるマッチングボックス 2 への接続点 B P 1 まで、つまり、以下のものが考えられる。

給電線 1 A における寄生抵抗  $R_{1A}$

給電線 1 A におけるインダクタンス  $L_{1A}$

給電線 1 A における容量  $C_{1A}$

導体 R 1 における寄生抵抗  $R_{R1}$

導体 R 1 におけるインダクタンス  $L_{R1}$

導体 R 5 における寄生抵抗  $R_{R5}$

導体 R 5 におけるインダクタンス  $L_{R5}$

ロードコンデンサ 2 2 B の容量  $C_{LB}$

導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$

導体 R 2 におけるインダクタンス  $L_{R1}$

ここで、給電線 1 A における容量  $C_{1A}$  とは、シールド線との間に発生する容量を意味するものである。

## 【0148】

これらの電気的高周波的要因のうち、整合回路 2 A の前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  (B P 1) としては、図 19 に示すように、給電線 1 A における寄生抵抗  $R_{1A}$ 、導体 R 1 における寄生抵抗  $R_{R1}$ 、導体 R 5 における寄生抵抗  $R_{R5}$ 、導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$ 、を測定することになる。

## 【 0 1 4 9 】

次に、入力端子側交流抵抗  $R_A$  (B P 2) として、図 2 0 に示すように、接続点 B P 1 をマッチングボックス 2 から切り離すとともに接続点 B P 4 をマッチングボックス 2 に接続する。この状態で、同様にインピーダンス測定器（高周波特性測定器）A N のプローブ 1 0 5 を、測定位置 P R 2 およびマッチングボックス 2 のアース位置（接地電位部分）に接続するとともに、インピーダンス測定器 A N の発振する測定周波数を例えば電力周波数  $f_e$  と等しい 4 0 . 6 8 M H z 程度に設定して、整合回路 2 A の上記測定範囲に対するインピーダンスのベクトル量 ( $Z, \theta$ ) を測定し、インピーダンスの複素表現における実部を算出して、これを入力端子側交流抵抗  $R_A$  (B P 2) として定義する。

## 【 0 1 5 0 】

このとき、整合回路 2 A の入力端子側交流抵抗  $R_A$  (B P 2) の測定時に考慮されている電気的高周波的要因としては、図 2 0 に  $I_{RA}$  で示すように、入力端子とされる測定位置 P R 3 から、分岐点 B 4 を経て、接地電位部分であるマッチングボックス 2 への接続点 B P 4 まで、つまり、以下のものが考えられる。

給電線 1 A における寄生抵抗  $R_{1A}$

給電線 1 A におけるインダクタンス  $L_{1A}$

給電線 1 A における容量  $C_{1A}$

導体 R 1 における寄生抵抗  $R_{R1}$

導体 R 1 におけるインダクタンス  $L_{R1}$

ロードコンデンサ 2 2 A の容量  $C_{LA}$

導体 R 6 における寄生抵抗  $R_{R6}$

導体 R 6 におけるインダクタンス  $L_{R6}$

## 【 0 1 5 1 】

これらの電気的高周波的要因のうち、整合回路 2 A の前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  (B P 2) としては、図 2 0 に示すように、給電線 1 A における寄生抵抗  $R_{1A}$ 、導体 R 1 における寄生抵抗  $R_{R1}$ 、導体 R 6 における寄生抵抗  $R_{R6}$ 、を測定することになる。

## 【 0 1 5 2 】



同様にして、整合回路 2 A の前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  を測定するには、先ず、図 19 に示すように、接続点 B P 4 をマッチングボックス 2 から切り離すとともに、また、測定位置 P R 4 から入力端子側交流抵抗  $R_B$  を測定する。ここで、プローブ 105 を、第 1、第 2 実施形態と同様にして、測定位置 P R 4 およびマッチングボックス 2 のアース位置（接地電位部分）に接続する。この状態で、インピーダンス測定器 A N の発振する測定周波数を例えば電力周波数  $f_e$  と等しい 40.68 MHz 程度に設定して、整合回路 2 A の上記測定範囲に対するインピーダンスのベクトル量 ( $Z, \theta$ ) を測定し、インピーダンスの複素表現における実部を算出して、これを入力端子側交流抵抗  $R_B$  (B P 1) として定義する。

## 【0153】

このとき、整合回路 2 A の出力端子側交流抵抗  $R_B$  (B P 1) の測定時に考慮されている電気的高周波的要因としては、図 19 に  $I_{RB}$  で示すように、給電板 3 の出力端子とされる測定位置 P R 4 から、分岐点 B 1 を経て、接地電位部分であるマッチングボックス 2 への接続点 B P 1 まで、つまり、以下のものが考えられる。

給電板 3 における寄生抵抗  $R_3$

給電板 3 におけるインダクタンス  $L_3$

チューニングコンデンサ 24 の容量  $C_T$

インダクタンスコイル 23 における寄生抵抗  $R_{LT}$

インダクタンスコイル 23 におけるインダクタンス  $L_T$

ロードコンデンサ 22 B の容量  $C_{LB}$

導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$

導体 R 2 におけるインダクタンス  $L_{R1}$

## 【0154】

これらの電気的高周波的要因のうち、整合回路 2 A の前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  (B P 1) としては、図 19 に示すように、導体 R 4 における寄生抵抗  $R_{R4}$ 、インダクタンスコイル 23 における寄生抵抗  $R_{LT}$ 、導体 R 2 における寄生抵抗  $R_{R2}$ 、を測定することになる。

## 【0155】

次に、出力端子側交流抵抗  $R_B$  (BP2) として、図20に示すように、接続点BP1をマッチングボックス2から切り離すとともに接続点BP4をマッチングボックス2に接続する。この状態で、同様にインピーダンス測定器（高周波特性測定器）ANのプローブ105を、測定位置PR4およびマッチングボックス2のアース位置（接地電位部分）に接続するとともに、インピーダンス測定器ANの発振する測定周波数を例えば電力周波数  $f_e$  と等しい40.68MHz程度に設定して、整合回路2Aの上記測定範囲に対するインピーダンスのベクトル量  $(Z, \theta)$  を測定し、インピーダンスの複素表現における実部を算出して、これを出力端子側交流抵抗  $R_B$  (BP2) として定義する。

## 【0156】

このとき、整合回路2Aの出力端子側交流抵抗  $R_B$  (BP2) の測定時に考慮されている電気的高周波的要因としては、図20に  $I_{RB}$  で示すように、出力端子とされる測定位置PR4から、分岐点B4を経て、接地電位部分であるマッチングボックス2への接続点BP4まで、つまり、以下のものが考えられる。

給電板3における寄生抵抗  $R_3$

給電板3におけるインダクタンス  $L_3$

チューニングコンデンサ24の容量  $C_T$

インダクタンスコイル23における寄生抵抗  $R_{LT}$

インダクタンスコイル23におけるインダクタンス  $L_T$

導体R5における寄生抵抗  $R_{R5}$

導体R5におけるインダクタンス  $L_{R5}$

ロードコンデンサ22Aの容量  $C_{LA}$

導体R6における寄生抵抗  $R_{R6}$

導体R6におけるインダクタンス  $L_{R6}$

## 【0157】

これらの電気的高周波的要因のうち、整合回路2Aの前記出力端子側交流抵抗  $R_B$  (BP2) としては、図20に示すように、給電板3における寄生抵抗  $R_3$ 、インダクタンスコイル23における寄生抵抗  $R_{LT}$ 、導体R5における寄生抵抗  $R_{R5}$ 、導体R6における寄生抵抗  $R_{R6}$ 、を測定することになる。

## 【 0 1 5 8 】

本実施形態のプラズマチャンバの整合回路 2 A においては、第 2 実施形態と同様に、測定された高周波特性としての入力端子側交流抵抗 R A および出力端子側交流抵抗 R B が、プラズマチャンバの作動状態に適した所定の範囲の値になるように設定する。具体的には、交流抵抗 R A ( B P 1 ) , R A ( B P 2 ) , R B ( B P 1 ) , R B ( B P 2 ) が、それぞれプラズマチャンバの作動状態に適した所定の範囲の値になるように設定するとともに、複数のプラズマチャンバにおいて、式 ( 1 4 A ' ) ( 1 4 A '' ) ( 1 4 B ' ) ( 1 4 B '' ) に示すように、そのばらつきの値 < R A > < R B > を設定することで、個々のプラズマチャンバにおいて、プラズマ空間で消費される実効的な電力をそれぞれ略均一にすることができる。

## 【 0 1 5 9 】

本実施形態のプラズマ処理装置およびその検査方法においては、第 1 ないし第 3 実施形態と同等の効果を奏するとともに、整合回路 2 A の測定範囲に給電板 3 が含まれていることにより、測定範囲に高周波電力配電体（給電板）3 を含めない場合に比べて、整合回路 2 A だけでなく、高周波電力配電体（給電板）3 も含めて複数のプラズマチャンバに対し、電気的高周波的な特性の機差をなくすことが可能となり、個々のプラズマチャンバにおいてプラズマ空間で消費される実効的な電力の略均一性をさらに高めることができ、これに同一のプロセスレシピを適用して、高周波電力配電体（給電板）3 を含めない場合に比べて、さらに略同一性の高いプラズマ処理結果を得ることができる。

## 【 0 1 6 0 】

なお、上記の各実施形態において、ばらつきの値を 0. 5 または 0. 4 のいずれかを選択すること、および、測定範囲を設定するための測定位置を、それぞれ測定位置 P R , P R 2 , P R 3 , P R 4 から選択することが可能である。

また、それぞれの、測定位置 P R において、高周波特性測定器と、の切り替えをおこなうスイッチおよび測定用端子を、スイッチ S W 1 , S W 1 ' S W 5 , 測定用端子 6 1 , 6 1 ' のように設けることも可能である。

また、これら、測定位置およびスイッチ測定用端子を、整合回路 2 5 に対して設定することも可能である。

## 【0161】

以下、本発明に係るプラズマ処理装置、プラズマ処理システムおよびこれらの性能確認システム、検査方法の第5実施形態を、図面に基づいて説明する。

## 〔第5実施形態〕

図21は本実施形態のプラズマ処理システムの概略構成を示す模式図である。

## 【0162】

本実施形態のプラズマ処理システムは、図1に示した第1実施形態と略同等のプラズマ処理装置71、71'と、図10～図20に示した第2～第4実施形態と略同等のプラズマ処理装置91と、を組み合わせる概略構成されている。先に説明した第1ないし第4実施形態の構成要素に対応するものには同一の符号を付してその説明を省略する。

## 【0163】

本実施形態のプラズマ処理システムは、図21に示すように、3つのプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）95、96、97を有するプラズマ処理装置71、2つのプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）95、96を有するプラズマ処理装置91、および、3つのプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）95、96、97を有するプラズマ処理装置71'が製造ラインの一部を構成するものとされている。

ここで、図1に示したような第1実施形態のプラズマ処理装置71、71'の部分において、プラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）75、76、77に替えて、図10～図20に示した第2～第4実施形態における2周波数励起タイプのプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）95と略同等のプラズマ処理室ユニットを3つ有する構成とされており、これらプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）95、96、97は略同一の構造とされている。

## 【0164】

本実施形態のプラズマ処理システムは、図21に示すように、各プラズマチャンバ95、96、97における前述のインピーダンス測定用端子61、スイッチSW5がスイッチSW3を介してインピーダンス測定器ANに接続されている。スイッチSW3は各プラズマチャンバ95、96、97の測定時に測定対象のプ

ラズマチャンバ 9 5, 9 6, 9 7 とインピーダンス測定器 A N とのみを接続して、それ以外のプラズマチャンバ 9 5, 9 6, 9 7 を切断するよう切り替えるスイッチとして設けられている。そして、この測定用端子 6 1 から、スイッチ S W 3 までのインピーダンスが、各プラズマチャンバ 9 5, 9 6, 9 7 に対して等しくなるように、測定用の同軸ケーブルの長さが等しく設定されている。インピーダンス測定用端子 6 1 には、図 1 5, 図 1 7 に示す第 3 実施形態と同様にして、インピーダンス測定器 A N のプローブが着脱自在に接続されている。

#### 【 0 1 6 5 】

本実施形態においては、計測したプラズマチャンバ 9 5 に対する入力端子側交流抵抗  $R A_{95}$ 、プラズマチャンバ 9 6 に対する入力端子側交流抵抗  $R A_{96}$ 、プラズマチャンバ 9 7 に対する入力端子側交流抵抗  $R A_{97}$  のうち、その最大値  $R A_{\max}$  と最小値  $R A_{\min}$  に対して、

$$\langle R A \rangle = (R A_{\max} - R A_{\min}) / (R A_{\max} + R A_{\min}) \quad (14A)$$

のように複数のプラズマチャンバ 9 5, 9 6, 9 7 の入力端子側交流抵抗  $R A$  のばらつき  $\langle R A \rangle$  として定義し、この (14A) 式で表されるばらつきの値を 0.

5 より小さい範囲の値に設定する。この際、入力端子側交流抵抗  $R A$  のばらつき  $\langle R A \rangle$  を設定する方法としては、前述した①～④等のような手法を適用することができる。同時に、計測したプラズマチャンバ 9 5 に対する出力端子側交流抵抗  $R B_{95}$ 、プラズマチャンバ 9 6 に対する出力端子側交流抵抗  $R B_{96}$ 、プラズマチャンバ 9 7 に対する出力端子側交流抵抗  $R B_{97}$  のうち、その最大値  $R B_{\max}$  と最小値  $R B_{\min}$  に対して、

$$\langle R B \rangle = (R B_{\max} - R B_{\min}) / (R B_{\max} + R B_{\min}) \quad (14B)$$

のように複数のプラズマチャンバ 9 5, 9 6, 9 7 の出力端子側交流抵抗  $R B$  のばらつき  $\langle R B \rangle$  として定義し、この (14B) 式で表されるばらつきの値を 0.

5 より小さい範囲の値に設定する。この際、入力端子側交流抵抗  $R B$  のばらつき

<RB>を設定する方法としても、前述した①～④等のような手法を適用することができる。

#### 【0166】

本実施形態のプラズマ処理システムにおいては、例えば、プラズマ処理前処理をおこなった被処理基板16に、プラズマ処理装置71のプラズマチャンバ95, 96, 97において成膜処理をおこない、ついで、熱処理室79において加熱処理をおこない、その後、レーザーアニール室78においてアニール処理をおこなう。次いで、この被処理基板16をプラズマ処理装置71から搬出し、図示しないプラズマ処理装置71と同等の装置におけるプラズマ処理室において、被処理基板16に順次第2, 第3の成膜処理をおこなう。

次いで、このプラズマ処理装置から搬出した被処理基板16に、図示しない別の処理装置において、フォトリソグラフィ工程によりフォトリソグリの形成をおこなう。

そして、被処理基板16をプラズマ処理装置91に搬入し、プラズマチャンバ95, 96においてプラズマエッチングをおこない、次いで、この被処理基板16をプラズマ処理装置91から搬出し、図示しないプラズマ処理装置91と同等の装置におけるプラズマチャンバにおいて、被処理基板16に成膜処理をおこなう。

次いで、図示しないプラズマ処理装置から搬出された被処理基板16に、図示しない他の処理装置において、レジストを剥離し、新たにフォトリソグラフィ工程によりパターニングする。

最後に、プラズマ処理装置71'のプラズマチャンバ95, 96, 97において被処理基板16に順次第1, 第2, 第3の成膜処理がおこなわれ、被処理基板16をプラズマ処理後処理へと送り、製造ラインにおける本実施形態のプラズマ処理システムにおける工程は終了する。

#### 【0167】

本実施形態のプラズマ処理システムおよびその検査方法においては、第1, 第2実施形態と同等の効果を奏するとともに、プラズマチャンバ95, 96, 97の整合回路2Aの入力端子側交流抵抗RAおよび出力端子側交流抵抗RBのうち

、それぞれの最大値と最小値のばらつきを、0.5より小さい範囲の値に設定することで、プラズマ処理システム全体において、複数のプラズマ処理装置71, 91, 71'において、それぞれ、各プラズマチャンバ95, 96, 97に対する電気的高周波的な特性の機差をなくすることが可能となり、これにより、プラズマ処理システム全体においてインピーダンス特性を指標とする一定の管理幅内に複数のプラズマチャンバ95, 96, 97の状態を設定することが可能となるので、個々のプラズマチャンバ95, 96, 97において、発生するプラズマ密度等をそれぞれ略均一にすることができる。

#### 【0168】

その結果、プラズマ処理システム全体において複数のプラズマチャンバ95, 96, 97に対して同一のプロセスレシピを適用して、略同一のプラズマ処理結果を得ること、つまり、複数のプラズマチャンバ95, 96, 97において例えば成膜をおこなった際に、膜厚、絶縁耐圧、エッチングレート等、略均一な膜特性の膜を得ることが可能となる。具体的には、上記のばらつきの値を0.5より小さい範囲に設定することにより、略同一の条件で積層をおこなったプラズマチャンバ95, 96, 97において、膜厚のばらつきの値を±7%の範囲におさめることができる。そのため、プラズマ処理システムの全般的な電気的高周波的特性を設定することが可能となり、個々のプラズマチャンバ95, 96, 97におけるプラズマ発生の安定性を期待することができる。その結果、動作安定性が高く、各プラズマチャンバ95, 96, 97で均一な動作が期待できるプラズマ処理システムを提供することが可能となる。

これにより、単一のプラズマ処理装置よりも多数のプラズマチャンバ95, 96, 97に対する膨大なデータから外部パラメータと実際の基板を処理するような評価方法による処理結果との相関関係によるプロセス条件の把握を不必要とすることができる。

#### 【0169】

したがって、本実施形態のプラズマ処理システムおよびその検査方法によれば、新規設置時や調整・保守点検時において、各プラズマチャンバ95, 96, 97ごとの機差をなくして処理のばらつきをなくし、各プラズマチャンバ95, 9

6, 97において同一のプロセスレシビにより略同一の処理結果を得るために必要な調整時間を、被処理基板16への実際の成膜等による検査方法を採用した場合に比べて、第1直列共振周波数 $f_0$ を測定することにより、大幅に短縮することができる。しかも、処理をおこなった基板の評価によりプラズマ処理システムの動作確認および、動作の評価をおこなうという2段階の方法でなく、ダイレクトにプラズマ処理システムの評価を、しかも、プラズマ処理システムの実機が設置してある場所です短時間におこなうことが可能である。その上、被処理基板16への実際の成膜等による検査方法を採用した場合、別々におこなうしかなかった複数のプラズマチャンバ95, 96, 97に対する結果をほぼ同時に実現することができる。

このため、製造ラインを数日あるいは数週間停止してプラズマ処理システムの動作確認および、動作の評価をする必要がなくなり、製造ラインとしての生産性を向上することができる。また、このような調整に必要な検査用基板等の費用、この検査用基板の処理費用、および、調整作業に従事する作業員の人件費等、コストを削減することが可能となる。

#### 【0170】

さらに、本実施形態におけるプラズマ処理システムにおいては、各プラズマチャンバ95, 96, 97の入力端子側交流抵抗RAおよび出力端子側交流抵抗RBを設定することにより、従来は、考慮されていなかった複数のプラズマチャンバ95, 96, 97の電気的高周波的な特性を一括して適正な範囲に収めることができる。これにより、動作安定性を向上して、従来一般的に使用されていた13.56MHz程度以上の高い周波数の電力を投入した場合であっても、すべてのプラズマチャンバ95, 96, 97において、高周波電源1からの電力のうち整合回路2Aおよびその近傍における電力損失を低減してプラズマ励起電極4とサセプタ電極8との間のプラズマ発生空間に効率よく導入することが可能となる。同時に、同一周波数を供給した場合に、従来のプラズマ処理システムと比べてプラズマ空間で消費される実効的な電力の向上をすべてのプラズマチャンバ95, 96, 97において図ることができる。

その結果、プラズマ処理システム全体としてのプラズマ励起周波数の高周波化



による処理速度の向上を図ること、つまり、すべてのプラズマチャンバ95、96、97において、プラズマCVD等により膜の積層をおこなう際には、堆積速度の向上を図ることができる。同時に、すべてのプラズマチャンバ95、96、97において、プラズマ発生の安定性を期待することができる結果、個々のプラズマ処理装置71、91、71'としての動作安定性が高く、同時に全体として動作安定性の高いプラズマ処理システムを提供することが可能となる。しかも、これらを、複数のプラズマチャンバ95、96、97において同時に実現することができる。

## 【0171】

したがって、複数のプラズマチャンバ95、96、97において、プラズマ空間で消費される実効的な電力の向上によりそれぞれ被処理基体16における膜面内方向におけるプラズマ処理の均一性の向上を図ることができ、成膜処理においては膜厚の膜面内方向分布の均一性の向上を図ることが可能となる。同時に、プラズマ密度の上昇により、プラズマCVD、スパッタリングなどの成膜処理においては、成膜状態の向上、すなわち、堆積した膜における絶縁耐圧や、エッチングに対する耐エッチング性、そして、いわゆる膜の「固さ」つまり膜の緻密さ等の膜特性の向上を図ることが可能となる。

## 【0172】

また、同一周波数を供給した場合に、従来のプラズマ処理システムと比べてプラズマ空間で消費される実効的な電力の向上を図ることができるため、プラズマ処理システム全体として電力の消費効率を向上し、同等の処理速度もしくは膜特性を得るために、従来より少ない投入電力ですむようにできる。しかも、これらを、複数のプラズマチャンバ95、96、97において実現することができる。したがって、プラズマ処理システム全体の電力損失の低減を図ること、ランニングコストの削減を図ること、生産性の向上を図ることがより一層可能になる。同時に、処理時間をより短縮することが可能となるため、プラズマ処理に要する電力消費を減らせることから環境負荷となる二酸化炭素の総量をより削減することが可能となる。

## 【0173】

本実施形態のプラズマ処理システムにおいては、各プラズマチャンバ 9 5, 9 6, 9 7 の前記整合回路 2 A の測定位置 P R 3 にインピーダンス測定用端子 6 1 とスイッチ S W 5 とを設け、これを単一のインピーダンス測定器 A N をスイッチ S W 3 によって切り替え自在に接続することで、プラズマ処理システムの個々のプラズマチャンバ 9 5, 9 6, 9 7 のインピーダンス特性測定時において、第 1, 第 2 実施形態のように整合回路 2 A と高周波電源 1 とを切り離すために、電力供給線 1 A と整合回路 2 A とを着脱する必要がない。また、単一のインピーダンス測定器 A N によって複数のプラズマチャンバ 9 5, 9 6, 9 7 のインピーダンス特性および交流抵抗 R A, R B の測定をおこなうことができる。

このため、前記プラズマチャンバ 9 5, 9 6, 9 7 のインピーダンス特性を測定する際のプロービングを容易におこなうことが可能となり、交流抵抗 R A, R B の測定時における作業効率を向上することができる。

#### 【 0 1 7 4 】

さらに、スイッチ S W 3, S W 5 を設けて、測定用端子 6 1 からスイッチ S W 3 までのインピーダンスを複数のプラズマ処理装置 7 1, 7 1'、9 1 における各プラズマチャンバ 9 5, 9 6, 9 7 に対して等しくなるように設定することで、スイッチ S W 1, S W 2, S W 3 を切り替えるだけで、インピーダンス測定端子 6 1 に接続されたインピーダンス測定器 A N からのインピーダンス測定値を、高周波電源 1 出力側最終段の出力位置 P R 2 から測定した値と同等と見なすことができる。

同時に、各プラズマチャンバ 9 5, 9 6, 9 7 のインピーダンス特性に対する測定用端子 6 1 からスイッチ S W 3 までのインピーダンス特性の差異を考慮する必要がなくなるため、複数のプラズマ処理装置 7 1, 7 1'、9 1 におけるプラズマチャンバ 9 5, 9 6, 9 7 に対する交流抵抗 R A, R B の算出の補正が不要となり、実測値の換算が不要となり、プラズマ処理システムの電気的高周波的特性の設定における作業効率を向上し、交流抵抗 R A, R B の測定をより正確におこなうことができる。

#### 【 0 1 7 5 】

なお、本実施形態において、スイッチ S W 3, S W 5 を測定しようとする各プ

ラズマチャンバ95, 96, 97に対する切り替え動作を連動させることが可能であり、また、2つのスイッチSW1およびスイッチSW2の構成を、分岐点から出力端子位置PRまでと分岐点からプローブまでのインピーダンスが等しく設定される1つのスイッチとすることもできる。

#### 【0176】

さらに、本発明における上記の各実施形態においては、各プラズマチャンバ95, 96, 97のプラズマ励起電極4に対する交流抵抗RA, RBを設定したが、サセプタ電極側8に対する交流抵抗RA, RBを設定するよう対応することも可能である。この場合、図11, 図15にPR', PR3', PR4'で示すように、インピーダンス測定範囲を規定する整合回路25の測定位置を設定することができる。

#### 【0177】

さらに、平行平板型の電極4, 8を有するタイプに変えて、ICP (inductive coupled plasma) 誘導結合プラズマ励起型、RLSA (radial line slot antenna) ラジアルラインスロットアンテナ型などのプラズマ処理装置や、RIE (Reactive Ion Etching) 反応性スパッタエッチング用の処理装置に適用することもできる。

#### 【0178】

なお、上記の各実施形態においては、図22に示すように、プラズマチャンバ(プラズマ処理室ユニット)95, 96, 97に対応して、整合回路2Aと、高周波電源1とが、それぞれ設けられて、プラズマチャンバ95, 96, 97における整合回路2Aの接続位置に、SW4を介してインピーダンス測定器ANを接続したが、図23に示すように、個々のプラズマチャンバ95, 96, 97に対する整合回路2A, 2A, 2Aが、スイッチ切り替えによって同一の高周波電源1に接続される構成や、図24に示すように、個々のプラズマチャンバ95, 96, 97が、スイッチ切り替えによって同一の整合回路2Aに接続される構成も可能である。この場合、図23に示すように、プラズマチャンバ95, 96, 97の整合回路2Aと高周波電源1との接続位置に、SW4を介して入力端子側交流抵抗RA測定用のインピーダンス測定器ANが接続される構成や、図24に示

すように、プラズマチャンバ 9 5, 9 6, 9 7 のチャンバ室と整合回路 2 A との接続位置に、SW 4 を介して出力端子側交流抵抗 R B 測定用のインピーダンス測定器 A N が接続される構成が可能である。

また、入力端子側交流抵抗 R A 測定用のインピーダンス測定器 A N と、出力端子側交流抵抗 R B 測定用のインピーダンス測定器 A N とを、同一のプラズマチャンバに接続することも可能であり、この場合には、スイッチ切り替えによって同一のインピーダンス測定器により、入力端子側交流抵抗 R A および出力端子側交流抵抗 R B の測定を切り替え可能とすることができる。

#### 【 0 1 7 9 】

また、上記各実施形態においては、入力端子側交流抵抗 R A および出力端子側交流抵抗 R B の測定をおこなう測定周波数として、高周波電源におけるプラズマ発生時に供給する電源周波数を適用した。これにより、それぞれの特性を指標とする一定の管理幅内に複数のプラズマチャンバ 9 5, 9 6, 9 7 を設定することが可能となるので、電気的高周波的な特性の機差をなくすことが可能となり、個々のプラズマチャンバ 9 5, 9 6, 9 7 において、プラズマ空間で消費される実効的な電力をそれぞれ略均一にすることができる。

#### 【 0 1 8 0 】

以下、本発明に係るプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの性能確認システムの他の実施形態を、図面に基づいて説明する。なお、以下の説明では、購入発注者を単に発注者、また販売保守者を単に保守者という。

図 2 5 は本実施形態のプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの性能確認システムのシステム構成図である。

#### 【 0 1 8 1 】

この図において、参照符号 C 1, C 2, ……はクライアント・コンピュータ（以下、単にクライアントという）、S はサーバ・コンピュータ（性能状況情報提供手段、以下単にサーバという）、D はデータベース・コンピュータ（基準情報記憶手段、以下単にデータベースという）、また N は公衆回線である。クライアント C 1, C 2, ……とサーバ S とデータベース D とは、この図に示すように公衆回線 N を介して相互に接続されている。

## 【 0 1 8 2 】

クライアント C1 , C2 , ……は、一般に広く普及しているインターネットの通信プロトコル ( T C P / I P 等 ) を用いてサーバ S と通信する機能 ( 通信機能 ) を備えたものである。このうち、クライアント C1 ( 発注者側情報端末 ) は、発注者が保守者に発注したプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムのプラズマチャンバの性能状況を公衆回線 N を介して確認するためのコンピュータであり、サーバ S が保持する「プラズマチャンバの性能情報提供ページ」を情報提供ページ ( W e b ページ ) として閲覧する機能 ( プラズマチャンバの性能状況情報閲覧機能 ) を備えたものである。また、クライアント C2 ( 保守者側情報端末 ) は、保守者が上記「性能状況情報」の一部である「第 1 直列共振周波数  $f_0$  情報」をサーバ S にアップロードするとともに、クライアント C1 を介して発注者から発せられた電子メールを受信するためのものである。

ここで、プラズマ処理装置またはプラズマ処理システムは、上記の第 1 ～第 4 実施形態に準じる構成とされ、これらと同様のプラズマ処理ユニット ( プラズマチャンバ ) を有する構成とされるとともに、チャンバ数等の構成条件は、任意に設定可能なものとされる。

## 【 0 1 8 3 】

上記サーバ S の通信機能は、公衆回線 N がアナログ回線の場合にはモデムによって実現され、公衆回線 N が I S D N ( Integrated Services Digital Network ) 等のデジタル回線の場合には専用ターミナルアダプタ等によって実現される。

サーバ S は、性能状況情報提供用のコンピュータであり、上記クライアント C1 から受信される閲覧要求に応じて、性能状況情報をインターネットの通信プロトコルを用いてクライアント C1 に送信する。ここで、上述した発注者が保守者からプラズマ処理装置を納入された時点では、性能状況情報を閲覧するための個別の「閲覧専用パスワード」が保守者から個々の発注者に提供されるようになっている。このサーバ S は、正規な閲覧専用パスワードが提供された場合のみ、性能状況情報のうち動作保守状況情報をクライアント C1 に送信するように構成されている。

## 【 0 1 8 4 】

ここで、具体的詳細については後述するが、上記「性能状況情報」は、保守者の販売するプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムにおけるプラズマチャンバの機種に関する情報、各機種における仕様書としての品質性能情報、納入された各実機における品質性能を示すパラメータの情報、および、このパラメータ、メンテナンスの履歴情報等から構成されている。

このうち、各実機における品質性能、パラメータ、メンテナンスの履歴情報については、「閲覧専用パスワード」が提供された発注者のみに閲覧可能となっている。

#### 【 0 1 8 5 】

また、これら「性能状況情報」は、保守者または発注者からサーバSに提供されるとともに実際の動作・保守状況を示す「動作保守状況情報」と、データベースDに蓄積されると共にカタログとして未購入のクライアントが閲覧可能な「性能基準情報」とから構成されるものである。「性能基準情報」は、保守者が各プラズマチャンバによっておこなうプラズマ処理に対して客観的に性能を記述するためのものであり、プラズマCVD、スパッタリングなどの成膜処理においては、成膜状態を予測可能とするものである。

#### 【 0 1 8 6 】

本実施形態では、これら「性能基準情報」は、データベースDに蓄積されるようになっている。

サーバSは、クライアントC1 から受信される「性能状況情報」の閲覧要求に対して、データベースDを検索することにより必要な「性能基準情報」を取得して、「性能状況情報提供ページ」として発注者のクライアントC1 に送信するように構成されている。また、サーバSは、「閲覧専用パスワード」が提供された発注者から受信される「性能状況情報」の閲覧要求に対しては、同様に、データベースDを検索することにより必要な「性能基準情報」を取得するとともに、当該「性能基準情報」にクライアントC2 を介して保守者から提供された「動作保守状況情報」を組み合わせる「性能状況情報」を構成し、「性能状況情報提供ページ」として発注者のクライアントC1 に送信するように構成されている。

#### 【 0 1 8 7 】

データベースDは、このような「性能状況情報」を構成する「性能基準情報」をプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムのプラズマチャンバの機種毎に記憶蓄積するものであり、サーバSから受信される検索要求に応じてこれら「性能基準情報」を読み出してサーバSに転送する。図25では1つのサーバSのみを示しているが、本実施形態では、汎用性のある「性能基準情報」を保守者が複数箇所から管理する複数のサーバ間で共通利用することが可能なように、これらサーバとは個別のデータベースDに「性能基準情報」を蓄積するようにしている。

#### 【0188】

次に、このように構成されたプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの性能確認システムの動作について、図26に示すフローチャートに沿って詳しく説明する。なお、このフローチャートは、上記サーバSにおける「性能状況情報」の提供処理を示すものである。

#### 【0189】

通常、保守者は、不特定の発注者に対して販売するプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムにおける各プラズマチャンバの「性能状況情報」、特に「性能基準情報」を購入時の指標として提示することになる。一方、発注者は、この「性能基準情報」によってプラズマチャンバCNにどのような性能、つまりどのようなプラズマ処理が可能なのかを把握することができる。

#### 【0190】

また、保守者は、特定の発注者に対して納入したプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムにおけるプラズマチャンバの「性能状況情報」のうち、「性能基準情報」を使用時の指標として提示するとともに、「動作保守状況情報」を動作状態のパラメータとして提示することになる。一方、ユーザーとしての発注者は、「性能基準情報」と「動作保守状況情報」とを比較することによってプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムにおける各プラズマチャンバの動作確認をおこなうとともにメンテナンスの必要性を認識し、かつ、プラズマ処理状態の状態を把握することができる。

#### 【0191】

例えば、プラズマ処理装置またはプラズマ処理システムを保守者から購入しようとする発注者は、サーバSにアクセスすることにより、以下のようにして自らが購入しようとするプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの「性能状況情報」の実体を容易に確認することができる。

#### 【0192】

まず、発注者がアクセスしようとした場合には、予め設定されたサーバSのIPアドレスに基づいてクライアントC1からサーバSに表示要求が送信される。

一方、サーバSは、上記表示要求の受信を受信すると（ステップS1）、カタログページCPをクライアントC1に送信する（ステップS2）。

図27は、このようにしてサーバSからクライアントC1に送信されたメインページCPの一例である。このカタログページCPには、保守者が販売する多数の機種毎にその「性能状況情報」のうち「性能基準情報」を表示するための機種選択ボタンK1、K2、K3、K4…、と、後述するように、プラズマ処理装置またはプラズマ処理システムを保守者から納入された発注者の使用するカスタマ—ユーザ画面の表示要求をするためのカスタマ—ユーザボタンK4から構成されている。

#### 【0193】

例えば、発注者がクライアントC1に備えられたポインティングデバイス（例えばマウス）等を用いることによって上記プラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの機種を選択指定した後、機種選択ボタンK1～K4…のいずれかを選択指定すると、この指示は、「性能状況情報」のうち「性能基準情報」の表示要求としてサーバSに送信される。

#### 【0194】

この表示要求を受信すると（ステップS3）、サーバSは、選択された機種のうち、表示要求された情報に該当するサブページをクライアントC1に送信する。すなわち、サーバSは、「性能基準情報」の表示が要求された場合（A）、図28に示すような選択された機種を指定することによってデータベースDから「真空性能」「給排気性能」「温度性能」「プラズマ処理室電気性能」等のデータ、およびこれらのデータにおけるプラズマ処理装置またはプラズマ処理システム



毎の、各パラメータのばらつきの値のデータを取得し、これらの掲載された仕様書ページCP1をクライアントC1に送信する（ステップS4）。

#### 【0195】

仕様書ページCP1には、図28に示すように、選択された機種を示す機種種別K6、真空性能表示欄K7、給排気性能表示欄K8、温度性能表示欄K9、プラズマ処理室電気性能表示欄K10から構成されている。これらは、選択された機種のプラズマチャンバにおける「性能基準情報」に対応するものであり、それぞれ、

真空性能表示欄K7には、

到達真空度  $1 \times 10^{-4} \text{ Pa}$  以下

操作圧力  $30 \sim 300 \text{ Pa}$

給排気性能表示欄K8には、

最大ガス流量  $\text{SiH}_4$   $100 \text{ SCCM}$

$\text{NH}_3$   $500 \text{ SCCM}$

$\text{N}_2$   $2000 \text{ SCCM}$

排気特性  $500 \text{ SCCM}$ 流して  $20 \text{ Pa}$  以下

温度性能表示欄K9には、

ヒータ設定温度  $200 \sim 350 \pm 10^\circ\text{C}$

チャンバ設定温度  $60 \sim 80 \pm 2.0^\circ\text{C}$

の項目が記載されている。

ここで、SCCM(standard cubic centimeters per minute)は、標準状態( $0^\circ\text{C}$ 、 $1013 \text{ hPa}$ )に換算した際におけるガス流量を表しており、 $\text{cm}^3/\text{min}$ に等しい単位を表している。

#### 【0196】

そしてこれらのパラメータPに対して、それぞれのプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムにおける各プラズマチャンバ毎のばらつきを、それぞれのパラメータPのうちその最大値 $P_{\max}$ と最小値 $P_{\min}$ のばらつきを、以下の式(10B)

$$(P_{\max} - P_{\min}) / (P_{\max} + P_{\min}) \quad (10B)$$

として定義し、これらのばらつきの値の各プラズマ処理装置またはプラズマ処理システムにおける設定範囲をそれぞれのパラメータの項目に対して表示する。

#### 【0197】

また、プラズマ処理室電気性能表示欄 K 1 0 には、前述した第 1 ～ 第 5 実施形態で説明した入力端子側交流抵抗 R A および出力端子側交流抵抗 R B の値、および、このばらつきの設定範囲が記載される。また、これ以外にも、電力周波数  $f_e$  におけるプラズマチャンバのレジスタンス R およびリアクタンス X、そして、プラズマ励起電極 4 とサセプタ電極 8 間のプラズマ容量  $C_0$ 、プラズマ励起電極 4 と、プラズマチャンバの接地電位とされる各部との間のロス容量  $C_X$ 、そして、後述する第 1 直列共振周波数  $f_0$  等の値が記載される。また、仕様書ページ C P 1 には、「プラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの納入時には各パラメータ値がこのページに記載された設定範囲内にあることを保証します」という性能保証の文言が記載される。

#### 【0198】

これにより、従来は、考慮されていなかったプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの全体的な電気的高周波的な特性およびプラズマチャンバの電気的特性のばらつきを購入時の新たな指標として提示することができる。また、クライアント C1 またはクライアント C2 において、これら性能状況情報をプリンタ等に出しハードコピーを作ることにより、上記の性能状況情報内容の記載されたカタログまたは仕様書として出力することが可能である。さらに、入力端子側交流抵抗 R A および出力端子側交流抵抗 R B、第 1 直列共振周波数  $f_0$ 、レジスタンス R、リアクタンス X、容量  $C_0$ 、 $C_X$  等の値および上記性能保証の文言をクライアント C1 … の端末、カタログまたは仕様書等に提示することにより、発注者が、電機部品を吟味するようにプラズマチャンバ C N の性能を判断して保守者から購入することが可能となる。

#### 【0199】

なお、サーバ S は、このようなサブページのクライアント C1 への送信が完了

した後に、クライアントC1 から接続解除要求が受信されない場合は（ステップS5）、次のサブページの表示要求を待つ待機し（ステップS3）、一方、クライアントC1 から接続解除要求が受信された場合には（ステップS5）、当該クライアントC1 との交信を終了する。

#### 【0200】

ここで、第1直列共振周波数 $f_0$ の定義について説明する。

まず、プラズマチャンバのインピーダンスの周波数依存性を計測する。このとき、前述したようにプラズマチャンバのインピーダンス測定範囲を規定し、このインピーダンス測定範囲に対して、供給する電力周波数 $f_e$ を含む範囲で測定周波数を変化させてインピーダンスのベクトル量（ $Z$ ， $\theta$ ）を測定することにより、プラズマチャンバのインピーダンスの周波数依存性を計測する。ここで、例えば13.56MHz，27.12MHz，40.68MHz等の値に設定される電力周波数 $f_e$ に対応して、測定周波数を例えば1MHz～100MHz程度の範囲に設定する。

ついで、測定周波数に対してインピーダンス $Z$ と位相 $\theta$ をプロットしてインピーダンス特性曲線および位相曲線を描画し、インピーダンス $Z$ の極小値のうち周波数の最小のもの、つまり、測定周波数の低い側から数えて一番最初に位相 $\theta$ がマイナスからプラスに変化したときに、位相 $\theta$ がゼロとなる周波数を、第1直列共振周波数 $f_0$ として定義したものである。

#### 【0201】

一方、プラズマ処理装置またはプラズマ処理システムを保守者から納入した発注者は、サーバSにアクセスすることにより、以下のようにして自らが購入したプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムにおけるプラズマチャンバの「性能状況情報」の実体を容易に確認することができる。

この発注者は保守者と売買契約を締結した時点で、発注者個別に対応するとともに、購入したプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの機種番号、およびそれぞれのプラズマチャンバの機種番号にも対応可能なカスタマーユーザIDと、プラズマ処理装置またはプラズマ処理システムおよびその各プラズマチャンバの「動作保守状況情報」を閲覧するための個別の「ユーザー専用パスワード（

閲覧専用パスワード)」が保守者から個々の発注者に提供されるようになっている。このサーバSは、正規な閲覧専用パスワードが提供された場合のみ、「動作保守状況情報」をクライアントC1に送信するように構成されている。

#### 【0202】

まず、発注者がアクセスしようとした場合には、前述のカタログページCPにおいて、カスタマーユーザボタンK5を指定操作することにより、発注者はカスタマーユーザ画面の表示要求をサーバSに送信する。

一方、サーバSは、上記表示要求の受信を受信すると（ステップS3-B）、当該発注者に対して、「閲覧専用パスワード」の入力を促す入力要求としてのサブページをクライアントC1に送信する（ステップS6）。図29はカスタマーユーザページCP2を示すものであり、このカスタマーユーザページCP2はカスタマーユーザID入力欄K11、およびパスワード入力欄K12から構成される。

#### 【0203】

この入力要求としてのカスタマーユーザページCP2はクライアントC1に表示されるので、発注者は、当該入力要求に応答してプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムおよびその各プラズマチャンバの識別を可能とするために、保守者から供与された「閲覧専用パスワード」を「カスタマーユーザID」とともにクライアントC1に入力することになる。

ここで、発注者は、図29に示すカスタマーユーザID入力欄K11およびパスワード入力欄K12に、それぞれ、カスタマーコードIDとパスワードを入力する。サーバSは、クライアントC1から正規の「カスタマーユーザID」および「閲覧専用パスワード」が受信された場合のみ（ステップS7）、当該「閲覧専用パスワード」に予め関連付けられた「動作保守状況情報」のサブページをクライアントC1に送信する（ステップS9）。

#### 【0204】

すなわち、「動作保守状況情報」の閲覧は、上記プラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの購入契約を締結した特定の発注者のみ、つまり正規の「閲覧専用パスワード」を知り得るもののみに許可されるようになっており、当該発注

者以外の第3者がサーバSにアクセスしても「動作保守状況情報」を閲覧することができない。通常、保守者は同時に多数の発注者との間で納入契約を締結するとともに、各々の発注者へ複数のプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの納入を同時に並行して行う場合があるが、上記「閲覧専用パスワード」は、個々の発注者毎および各プラズマ処理装置またはプラズマ処理システムおよびその各プラズマチャンバ毎に相違するものが提供されるので、個々の発注者は、各プラズマ処理装置またはプラズマ処理システムおよびその各プラズマチャンバに対して、それぞれ自らに提供された「閲覧専用パスワード」に関連付けられた「動作保守状況情報」を個別に閲覧することができる。

## 【0205】

したがって、納入に係わる秘密情報が発注者相互間で漏洩することを確実に防止することができるとともに、複数のプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムが納入された場合にでもそれぞれのプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムおよびその各プラズマチャンバを個別に識別可能とすることができる。なお、サーバSは、正規の「閲覧専用パスワード」が受信されない場合には（ステップS7）、接続不許可メッセージをクライアントC1に送信して（ステップS8）、発注者に「閲覧専用パスワード」を再度入力するように促す。発注者が「閲覧専用パスワード」を誤入力した場合には、この機会に正規の入力を行うことにより「動作保守状況情報」を閲覧することができる。

## 【0206】

このID、パスワードが確認されると（ステップS7）、サーバSは、表示要求された情報に該当するサブページをデータベースDから読み出してクライアントC1に送信する。すなわち、サーバSは、ユーザIDによって識別された個別のプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムおよびその各プラズマチャンバに対する「性能基準情報」「動作保守状況情報」の表示が要求された場合、機種を指定することによってデータベースDから「真空性能」「給排気性能」「温度性能」「プラズマ処理室電気性能」等のデータを取得し、これらの掲載された仕様書ページCP3をクライアントC1に送信する（ステップS9）。

## 【0207】

図 3 0 は、このようにしてサーバ S からクライアント C1 に送信された「動作保守状況情報」のサブページ CP 3 である。このメンテナンス履歴ページ CP 3 には、図 3 0 に示すように、納入されたプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムおよびその各プラズマチャンバの機械番号を示すロット番号表示 K 1 3、真空性能表示欄 K 7、給排気性能表示欄 K 8、温度性能表示欄 K 9、プラズマ処理室電気性能表示欄 K 1 0、そして、真空性能メンテナンス欄 K 1 4、給排気性能メンテナンス欄 K 1 5、温度性能メンテナンス欄 K 1 6、プラズマ処理室電気性能メンテナンス欄 K 1 7 から構成されている。これらは、納入された実機の「動性能基準情報」および「動作保守状況情報」に対応するものであり、それぞれ

真空性能表示欄 K 7、真空性能メンテナンス欄 K 1 4 には、

到達真空度  $1.3 \times 10^{-5} \text{ Pa}$  以下

操作圧力  $200 \text{ Pa}$

給排気性能表示欄 K 8、給排気性能メンテナンス欄 K 1 5 には、

ガス流量  $\text{SiH}_4$   $40 \text{ SCCM}$

$\text{NH}_3$   $160 \text{ SCCM}$

$\text{N}_2$   $600 \text{ SCCM}$

排気特性  $6.8 \times 10^{-7} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{sec}$

温度性能表示欄 K 9、温度性能メンテナンス欄 K 1 6 には、

ヒータ設定温度  $302.3 \pm 4.9^\circ \text{C}$

チャンバ設定温度  $80.1 \pm 2.1^\circ \text{C}$

の項目が記載されている。

【0208】

そしてこれらのパラメータ P に対して、それぞれのプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムにおける各プラズマチャンバ毎のばらつきを、それぞれのパラメータ P のうちその最大値  $P_{\max}$  と最小値  $P_{\min}$  のばらつきを、以下の式 (10B)

$$(P_{\max} - P_{\min}) / (P_{\max} + P_{\min}) \quad (10B)$$

として定義し、これらのばらつきの値の各プラズマ処理装置またはプラズマ処理システムにおける設定範囲をそれぞれのパラメータの項目に対して表示する。

#### 【 0 2 0 9 】

さらに、このサブページ C P 3 には、各プラズマチャンバ毎のメンテナンス欄を表示するための「詳細」ボタン K 1 8 が各メンテナンス履歴欄 K 1 4, K 1 5, K 1 6, K 1 7 ごとに設けられ、発注者が、当該情報を閲覧可能となっている。

#### 【 0 2 1 0 】

発注者が、当該詳細欄により表示要求をおこなった場合には、メンテナンス履歴の詳細情報の記載されたメンテナンス詳細ページ C P 4 がデータベース D からクライアント C1 に送信する。

#### 【 0 2 1 1 】

図 3 1 は、このようにしてサーバ S からクライアント C1 に送信された「詳細メンテナンス情報」のサブページ C P 4 である。

図には電気性能メンテナンスのページを示している。

このメンテナンス履歴ページ C P 4 には、図 3 1 に示すように、納入されたプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムおよびその各プラズマチャンバの機械番号を示すロット番号表示 K 1 3、選択された各メンテナンス欄が表示される。ここで、各メンテナンス欄としては、各プラズマチャンバに対応するパラメータ P のメンテナンス時の値と、これらのパラメータ P のばらつきの値とが、プラズマ処理装置またはプラズマ処理システム、および、各プラズマチャンバ毎のロット番号毎に表示される。

#### 【 0 2 1 2 】

また、プラズマ処理室電気性能表示欄 K 1 0 およびプラズマ処理室電気性能メンテナンス欄 K 1 7 には、前述した第 1 ～ 第 5 実施形態で説明したように、入力端子側交流抵抗 R A および出力端子側交流抵抗 R B の値、および、このばらつきの設定範囲が記載される。また、これ以外にも、電力周波数  $f_e$  におけるプラズマチャンバのレジスタンス R およびアクタンス X、そして、プラズマ励起電極 4

とサセプタ電極 8 間のプラズマ容量  $C_0$ 、プラズマ励起電極 4 と、プラズマチャンバの接地電位とされる各部との間のロス容量  $C_X$  等の値が記載される。

#### 【 0 2 1 3 】

同時に、データベース D から「性能基準情報」としての「真空性能」「給排気性能」「温度性能」「プラズマ処理室電気性能」等のデータを取得し、これらを図 3 0、図 3 1 に示すように、「動作保守状況情報」とセットでメンテナンス履歴ページ CP 3、メンテナンス詳細ページ CP 4 に表示することにより、「性能基準情報」を参照して「動作保守状況情報」を閲覧することができ、これにより、発注者は、納入されたプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムおよびプラズマチャンバの「性能状況情報」のうち、「性能基準情報」を使用時の指標として確認するとともに、「動作保守状況情報」を動作状態を示すパラメータとして検討することができる。同時に、「性能基準情報」と「動作保守状況情報」とを比較することによってプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムおよびプラズマチャンバの動作確認をおこなうとともにメンテナンスの必要性を認識し、かつ、プラズマ処理状態の状態を把握することができる。

#### 【 0 2 1 4 】

なお、サーバ S は、このようなサブページ CP 3、CP 4 のクライアント C1 への送信が完了した後に、クライアント C1 から接続解除要求が受信されない場合は（ステップ S 5）、接続不許可メッセージをクライアント C1 に送信して（ステップ S 8）、発注者に「閲覧専用パスワード」を再度入力するか、次のサブページの表示要求を待って待機し（ステップ S 3）、一方、クライアント C1 から接続解除要求が受信された場合には（ステップ S 5）、当該クライアント C1 との交信を終了する。

#### 【 0 2 1 5 】

本実施形態のプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの性能確認システムにおいて、購入発注者が販売保守者に発注したプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムの動作性能状況を示す性能状況情報の閲覧を公衆回線を介して要求する購入発注者側情報端末と、販売保守者が前記性能状況情報をアップロードする販売保守者側情報端末と、前記購入発注者側情報端末の要求に応答して、販



売保守者側情報端末からアップロードされた性能状況情報を購入発注者側情報端末に提供する性能状況情報提供手段と、を具備することができ、さらに、前記性能状況情報が、前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  および出力端子側交流抵抗  $R_B$  およびこのパラメータに対して、それぞれのプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムにおける各プラズマチャンバ毎のばらつきの値を含むとともに、前記性能状況情報が、カタログまたは仕様書として出力されることにより、販売保守者がアップロードしたプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムおよびそのプラズマチャンバの性能基準情報および動作保守状況情報からなる性能状況情報に対して、購入発注者が情報端末から公衆回線を介して閲覧を可能とすることにより、発注者に対して、購入時に判断基準となる情報を伝達することが可能となり、かつ、使用時における、プラズマ処理装置またはプラズマ処理システムおよびそのプラズマチャンバごとの動作性能・保守情報を容易に提供することが可能となる。

また、前記性能状況情報が、上述したようにプラズマチャンバに対する性能パラメータとしての前記入力端子側交流抵抗  $R_A$  および出力端子側交流抵抗  $R_B$  およびそのばらつきの値を含むことにより、発注者のプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムその各プラズマチャンバに対する性能判断材料を提供できるとともに、購入時における適切な判断をすることが可能となる。さらに、前記性能状況情報を、カタログまたは仕様書として出力することができる。

#### 【 0 2 1 6 】

##### 〔実施例〕

本発明では、複数のプラズマチャンバにおいて、入力端子側交流抵抗  $R_A$  および出力端子側交流抵抗  $R_B$  のばらつきの値を一定以内の値に設定することにより成膜時における膜特性の変化を測定した。

#### 【 0 2 1 7 】

ここで、実際に使用したプラズマ処理装置としては、プラズマ処理室が 2 周波数励起タイプのもものとされる。この際、1 つのプラズマ処理室に 3 つの異なる整合回路を交互に接続して成膜をおこなった。これは、チャンバ室における機差の影響を排除するためである。

使用したプラズマ処理装置としては、平行平板型の電極 4，8 のサイズが 25 cm 角とされ、これらの電極間隔が 15 mm に設定され、その電力が 600 W、電力周波数  $f_e$  を 40.68 MHz に設定した。

#### 【0218】

まず、3つの異なる整合回路で入力端子側交流抵抗  $R_A$  および出力端子側交流抵抗  $R_B$  を測定する。ここで、入力端子側交流抵抗  $R_A$  および出力端子側交流抵抗  $R_B$  の測定においては、上記第2実施形態と同様にして、それぞれの整合回路 2A を給電線 1A 給電板 3 から切り離し、それぞれ測定位置  $P_R$ 、 $P_{R3}$  からおこなうものとする。

この状態で接続した高周波特性測定装置における測定周波数を 1～100 MHz に変化させインピーダンスのベクトル量を測定し、電源周波数 40.68 MHz での  $Z$  と  $\theta$  から  $R_A$ 、 $R_B$  を算出する。

#### 【0219】

ここで、整合回路 1 として、図 3 に示す第 1 実施形態の整合回路 2A と同様の構造を有し、表面に銀メッキを施した銅パイプからなるチューニングコイル 23 のインダクタンス 372 nH、寄生抵抗成分となる電力周波数  $f_e$  における出力端子側交流抵抗  $R_B$  の値が 5.5  $\Omega$ 、入力端子側交流抵抗  $R_A$  の値が 0.54  $\Omega$  のものを用意した。

整合回路 2 として、上記整合回路 1 と同等のチューニングコイル 23 を 2 本並列に接続しトータルのインダクタンスを 370 nH となるように設定し、寄生抵抗成分となる電力周波数  $f_e$  における出力端子側交流抵抗  $R_B$  の値が 3.2  $\Omega$ 、入力端子側交流抵抗  $R_A$  の値が 0.55  $\Omega$ 、のものを用意した。

整合回路 3 として、上記整合回路 1 と同等のチューニングコイル 23 を 4 本並列に接続して、トータルのインダクタンスを 370 nH となるように設定し、寄生抵抗成分となる電力周波数  $f_e$  における出力端子側交流抵抗  $R_B$  の値が 1.6  $\Omega$ 、入力端子側交流抵抗  $R_A$  の値が 0.52  $\Omega$ 、のものを用意した。

整合回路 4 として、上記整合回路 1 よりも径の太い銅パイプからなるチューニングコイル 23 を有し、トータルのインダクタンスを 370 nH となるように設定し、寄生抵抗成分となる電力周波数  $f_e$  における出力端子側交流抵抗  $R_B$  の値

が 4.  $1\ \Omega$ 、入力端子側交流抵抗  $R_A$  の値が  $0.54\ \Omega$ 、のものを用意した。

【 0 2 2 0 】

上記の各整合回路を同一のプラズマ処理室に接続し、これらに対する評価として同一のプロセスレシピを適用し、窒化珪素膜を堆積し、以下のように各プラズマ処理室における被成膜基板に対する膜厚ばらつきを計測した。

- ①ガラス基板上にプラズマ CVD により  $\text{SiN}_x$  膜を成膜する。
- ②フォトリソによりレジストのパターニングをおこなう。
- ③  $\text{SF}_6$  と  $\text{O}_2$  を用いて  $\text{SiN}_x$  膜をドライエッチングする。
- ④  $\text{O}_2$  アッシングによりレジストを剥離する。
- ⑤  $\text{SiN}_x$  膜の膜厚段差を触針式段差計により計測する。
- ⑥成膜時間と膜厚から堆積速度を算出する。
- ⑦膜面内均一性は、6 インチガラス基板面内において 16 ポイントで測定する。

【 0 2 2 1 】

ここで、成膜時における条件は、

基板温度  $300^\circ\text{C}$

ガス圧  $100\ \text{Pa}$

$\text{SiH}_4$   $40\ \text{sccm}$

$\text{NH}_3$   $160\ \text{sccm}$

$\text{N}_2$   $600\ \text{sccm}$

である。

これらの結果を表 1 に示す。

【 0 2 2 2 】

【表 1】

	整合回路 1	整合回路 2	整合回路 3	整合回路 4
入力端子側交流抵抗 RA ( $\Omega$ )	0.54	0.55	0.52	0.54
出力端子側交流抵抗 RB ( $\Omega$ )	5.52	3.17	1.62	4.13
コイルのインダクタンス(nH)	372	370	370	370
堆積速度 (nm/分)	184	224	237	207

【0 2 2 3】

(実施例 1)

上記の整合回路のうち、実施例 1 として、整合回路 2, 3 を選択する。

すると、成膜速度が速く良好で、成膜結果のばらつきは 2. 8 % と、3 % 以下

の値になっている。これに対応して、出力端子側交流抵抗  $R_B$  のばらつきは、式 (14 B) に従うと、0.32 であり、0.4 以下の値となっている。

(実施例 2)

上記の整合回路のうち、実施例 2 として、整合回路 1, 2, 3 を選択する。

すると、実施例 1 に次いで成膜速度が早い、成膜結果のばらつきは 12.6 % と 10 % を越えている。これに対応して、出力端子側交流抵抗  $R_B$  のばらつきは、式 (14 B) に従うと、0.55 であり 0.5 以上の値となっている。

(実施例 3)

上記の整合回路のうち、実施例 3 として、整合回路 2, 3, 4 を選択する。

すると、成膜速度のばらつきは 6.8 % と 7 % 以下の値となっており、これに対応して、出力端子側交流抵抗  $R_B$  のばらつきは、式 (14 B) に従うと、0.44 であり、0.5 以下の値となっている。

これらの結果を表 2 に示す。

【 0 2 2 4 】

【表 2】

	実施例 1 (2,3)	実施例 2 (1,2,3)	実施例 3 (2,3,4)
RAのばらつき $\Delta$ RA	0.028	0.019	0.028
RBのばらつき $\Delta$ RB	0.32	0.55	0.44
堆積速度のばらつき(%)	2.8	12.6	6.75

## 【0225】

S i N膜はT F T - L C D（液晶装置）の薄膜トランジスタのゲート絶縁膜や、液晶に印加する電圧の保持を良好にするために負荷する蓄積容量の絶縁膜などに用いられている。このS i N膜は最終製品であるT F T - L C Dにおける白黒の輝度の比にあたるコントラストに影響するパラメータであり、S i N膜の膜厚が10%ばらついた場合、最終製品であるT F T - L C Dにおいては前記コントラストが約50のばらつきを生じてしまうことになる。すなわち、複数の製品の

コントラストが、200～250でばらつく結果となる。

つまり、入力端子側交流抵抗RAおよび出力端子側交流抵抗RBのばらつきを0.5以下の範囲に設定することにより、成膜特性のばらつきが10%以下になり、最終製品であるTF T-LCDにおける前記コントラストのばらつきが約50以下に設定できる。

そして、入力端子側交流抵抗RAおよび出力端子側交流抵抗RBのばらつきを0.45以下の範囲に設定することにより、成膜特性のばらつきが7%以下になり、最終製品であるTF T-LCDにおける前記コントラストのばらつきが約30以下に設定できる。

さらに、入力端子側交流抵抗RAおよび出力端子側交流抵抗RBのばらつきを0.4以下の範囲に設定することにより、成膜特性のばらつきが3%以下になり、最終製品であるTF T-LCDにおける前記コントラストのばらつきが約10以下に設定できる。

#### 【0226】

つまり、入力端子側交流抵抗RAおよび出力端子側交流抵抗RBのばらつきを設定することにより、複数のプラズマチャンバにおける機差が低減していることがわかる。

#### 【0227】

#### 【発明の効果】

本発明のプラズマ処理装置、プラズマ処理システムおよびこれらの性能確認システム、検査方法によれば、複数のプラズマ処理室ユニット（プラズマチャンバ）において高周波数特性として入力端子側交流抵抗RAおよび出力端子側交流抵抗RBのばらつきを設定することにより、プラズマ処理室毎の機差をなくて同一のプロセスレシピによる略同一のプラズマ処理を得ることが可能になるとともに、プラズマ励起周波数の高周波化による処理速度、被処理基体面内方向におけるプラズマ処理の均一性、被成膜における膜特性、電力の消費効率、生産性の向上を図ることができ、適正な動作状態に簡便に維持可能なプラズマ処理装置およびプラズマ処理システムを提供することができるという効果、および、購入時における発注者のプラズマ処理装置またはプラズマ処理システムに対する性能判断材

料を提供することが可能となり、さらに、前記性能状況情報を、カタログまたは仕様書として出力することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 1 は、本発明に係るプラズマ処理装置の第 1 実施形態を示す概略構成図である。

【図 2】 図 2 は、図 1 におけるプラズマチャンバを示す断面図である。

【図 3】 図 3 は、図 2 におけるプラズマチャンバの整合回路を示す模式図である。

【図 4】 図 4 は、図 3 の整合回路における寄生抵抗を説明するための模式回路図である。

【図 5】 図 5 は、図 3 の整合回路における寄生抵抗を説明するための模式回路図である。

【図 6】 図 6 は、図 1 におけるレーザアニール室を示す縦断面図である。

【図 7】 図 7 は、図 1 における熱処理室を示す縦断面図である。

【図 8】 図 8 は、インピーダンス測定器のプロープを示す斜視図である。

【図 9】 図 9 は、図 8 のインピーダンス測定器のプロープの接続状態を示す模式図である。

【図 10】 図 10 は、本発明に係るプラズマ処理装置の第 2 実施形態を示す概略構成図である。

【図 11】 図 11 は、図 10 におけるプラズマチャンバを示す断面図である。

【図 12】 図 12 は、図 11 におけるプラズマチャンバの整合回路を示す模式図である。

【図 13】 図 13 は、図 12 の整合回路における寄生抵抗を説明するための模式回路図である。

【図 14】 図 14 は、図 12 の整合回路における寄生抵抗を説



明するための模式回路図である。

【図 1 5】 図 1 5 は、本発明に係るプラズマ処理装置の第 3 実施形態におけるプラズマチャンバの概略構成を示す模式図である。

【図 1 6】 図 1 6 は、図 1 5 におけるプラズマチャンバの整合回路を示す模式図である。

【図 1 7】 図 1 7 は、図 1 6 の整合回路におけるにおける寄生抵抗を説明するための模式回路図である。

【図 1 8】 図 1 8 は、本発明に係るプラズマ処理装置の第 4 実施形態におけるプラズマチャンバの整合回路を示す模式図である。

【図 1 9】 図 1 9 は、図 1 8 の整合回路におけるにおける寄生抵抗を説明するための模式回路図である。

【図 2 0】 図 2 0 は、図 1 8 の整合回路におけるにおける寄生抵抗を説明するための模式回路図である。

【図 2 1】 図 2 1 は、本発明に係るプラズマ処理システムの第 5 実施形態における概略構成を示す模式図である。

【図 2 2】 図 2 2 は、本発明に係るプラズマ処理装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

【図 2 3】 図 2 3 は、本発明に係るプラズマ処理装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

【図 2 4】 図 2 4 は、本発明に係るプラズマ処理装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

【図 2 5】 図 2 5 は、本発明のプラズマ処理装置の性能確認システムを示すシステム構成図である。

【図 2 6】 図 2 6 は、本発明のプラズマ処理装置の性能確認システムに係わるサーバ S の性能状況情報の提供処理を示すフローチャートである。

【図 2 7】 図 2 7 は、本発明のプラズマ処理装置の性能確認システムに係わるメインページ C P の構成を示す平面図である。

【図 2 8】 図 2 8 は、本発明のプラズマ処理装置の性能確認システムに係わるサブページ C P 1 の構成を示す平面図である。

【図 2 9】 図 2 9 は、 本発明のプラズマ処理装置の性能確認システムに係わるメインページ C P 2 の構成を示す平面図である。

【図 3 0】 図 3 0 は、 本発明のプラズマ処理装置の性能確認システムに係わるサブページ C P 3 の構成を示す平面図である。

【図 3 1】 図 3 1 は、 本発明のプラズマ処理装置の性能確認システムに係わるサブページ C P 4 の構成を示す平面図である。

【図 3 2】 図 3 2 は、 従来のプラズマ処理装置の一例を示す模式図である。

【図 3 3】 図 3 3 は、 従来のプラズマ処理装置の他の例を示す模式図である。

【符号の説明】

- 1 …高周波電源
- 1 A, 2 7 A …給電線（高周波電力給電体）
- 2, 2 6 …マッチングボックス
- 2 A, 2 5 …整合回路
- 3, 2 8 …給電板（高周波電力配電体）
- 4 …プラズマ励起電極（カソード電極）
- 5 …シャワープレート
- 6 …空間
- 7 …孔
- 8 …ウエハサセプタ（サセプタ電極）
- 9 …絶縁体
- 1 0 …チャンバ壁
- 1 0 A …チャンバ底部
- 1 1 …ベローズ
- 1 2 …サセプタシールド
- 1 2 A …シールド支持板
- 1 2 B …支持筒
- 1 3 …シャフト

1 6 …基板（被処理基板）  
1 7 …ガス導入管  
1 7 a, 1 7 b …絶縁体  
2 1, 2 9 …シャーシ  
2 2, 3 2 …ロードコンデンサ  
2 3, 3 0 …チューニングコイル  
2 4, 3 1 …チューニングコンデンサ  
R 1, R 2, R 3, R 4, R 5 …導体  
2 7 …第 2 の高周波電源  
6 0 …チャンバ室（プラズマ処理室）  
6 1 …インピーダンス測定用端子（測定用端子）  
6 1 A …接続線  
7 1, 9 1 …プラズマ処理装置  
7 2, 9 2 …搬送室  
7 3 …ローダ室  
7 4 …アンローダ室  
7 5, 7 6, 7 7, 9 5, 9 6, 9 7 …プラズマチャンバ（プラズマ処理室ユニット）  
7 8 …レーザアニール室  
7 9, 9 9 …熱処理室  
8 0, 8 4 …チャンバ  
8 1 …レーザ光源  
8 2 …ステージ  
8 3 …レーザ光  
8 5 …ヒータ  
8 6 …ゲートバルブ  
8 7 …基板搬送ロボット（搬送手段）  
8 8 …アーム  
9 3 …ロードロック室

1 0 5 … プローブ

A N … インピーダンス測定器（高周波特性測定器）

B 1 , B 2 , B 3 , B 4 … 分岐点

P R , P R 2 , P R 3 , P R 4 … 測定位置

B P 1 , B P 2 , B P 4 … 接続点

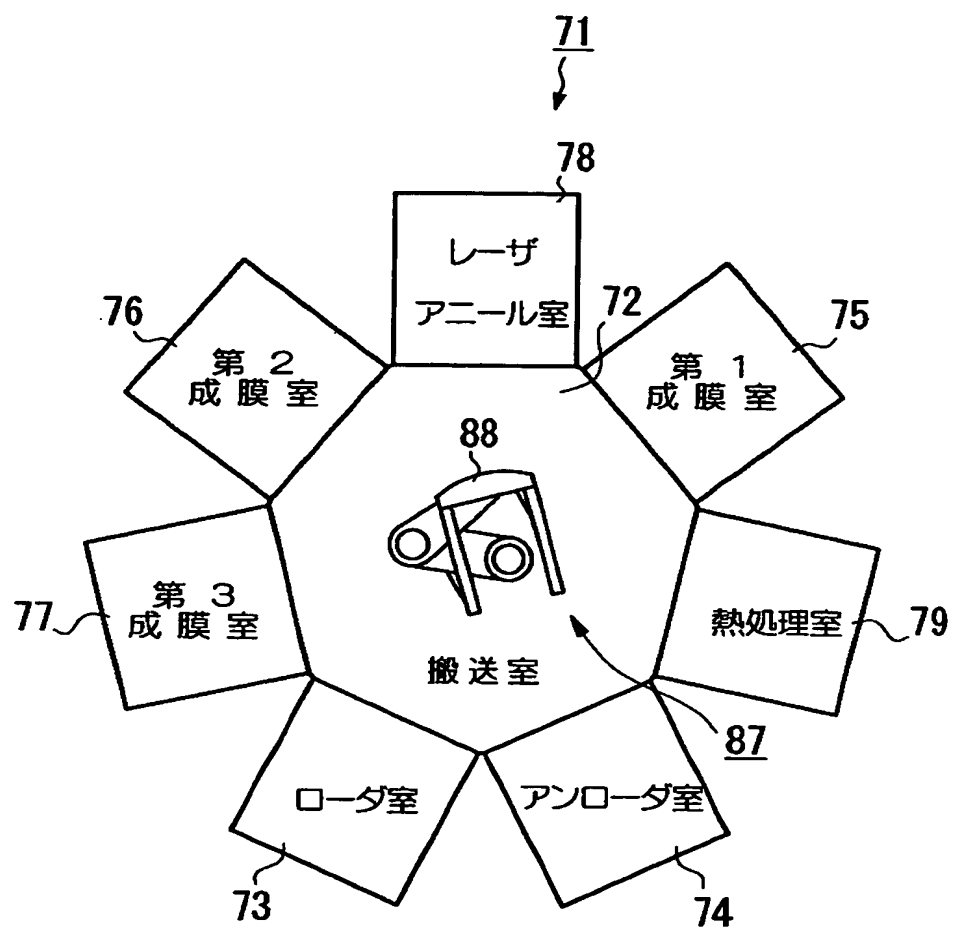
P R ' , P R 2 ' , P R 3 ' , P R 4 ' … 測定位置

S W 3 , S W 5 … スイッチ

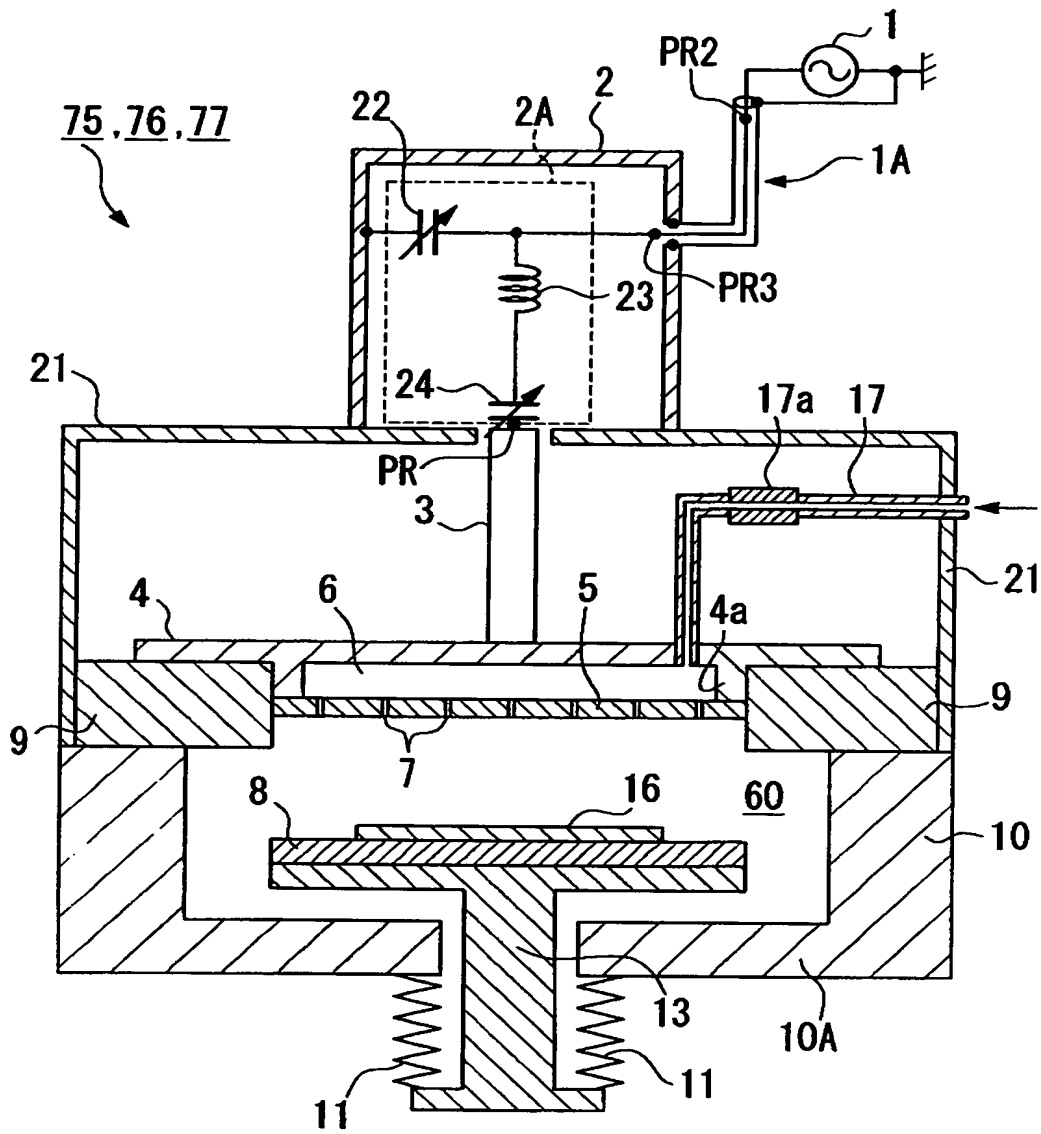
g 0 , g 1 , g 2 , g 3 , g 4 … ゲート

【書類名】 図面

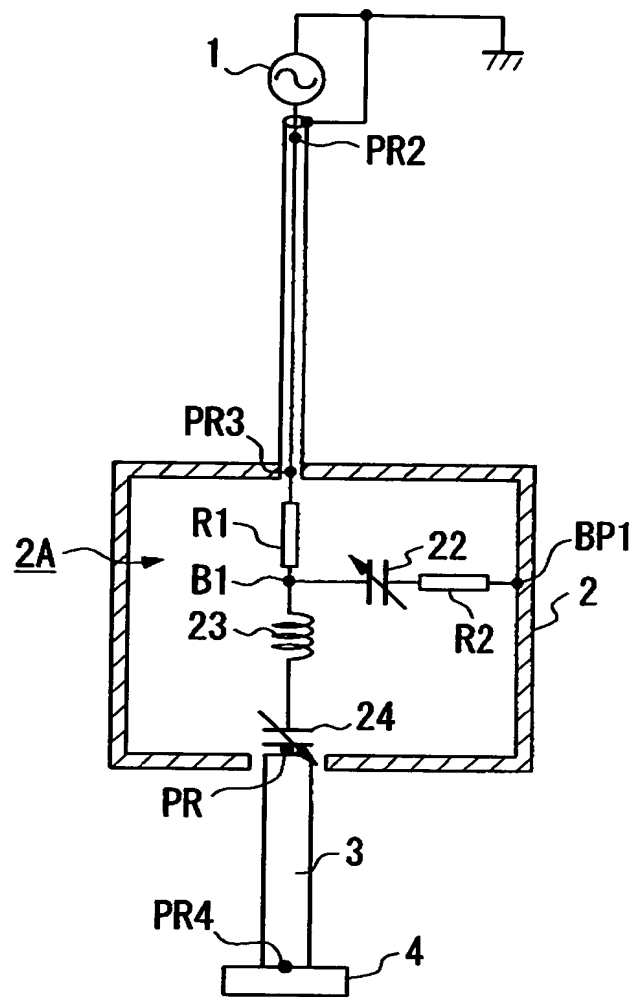
【図 1】



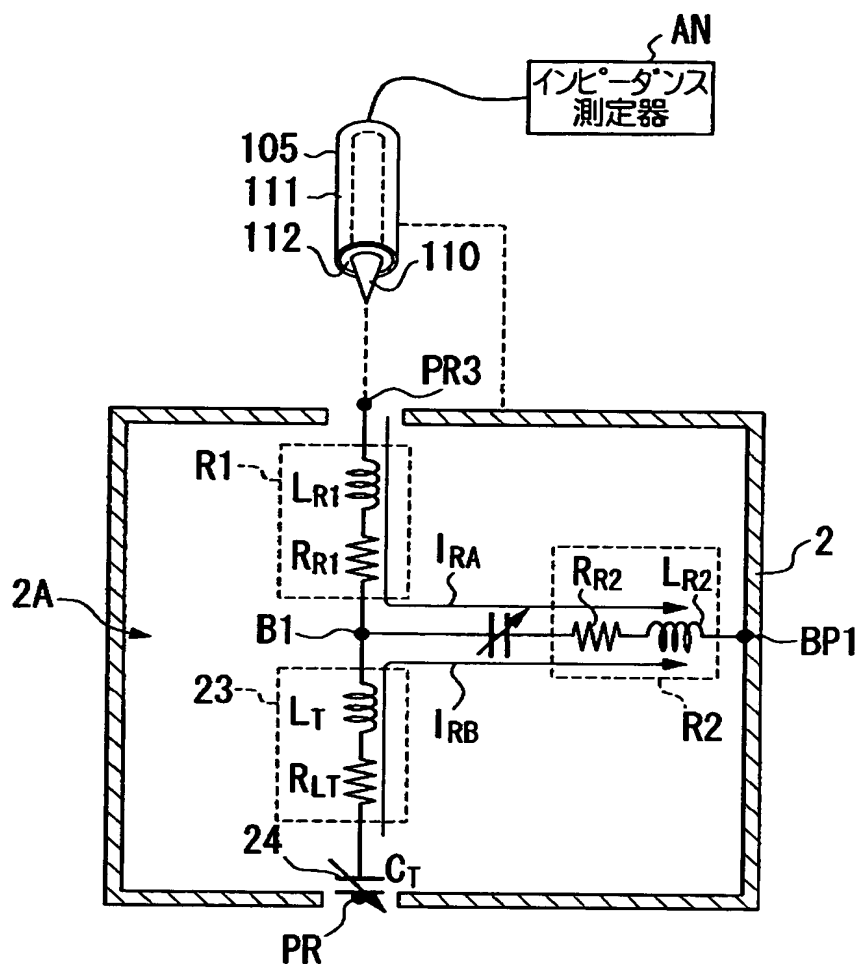
【図 2】



【図 3】

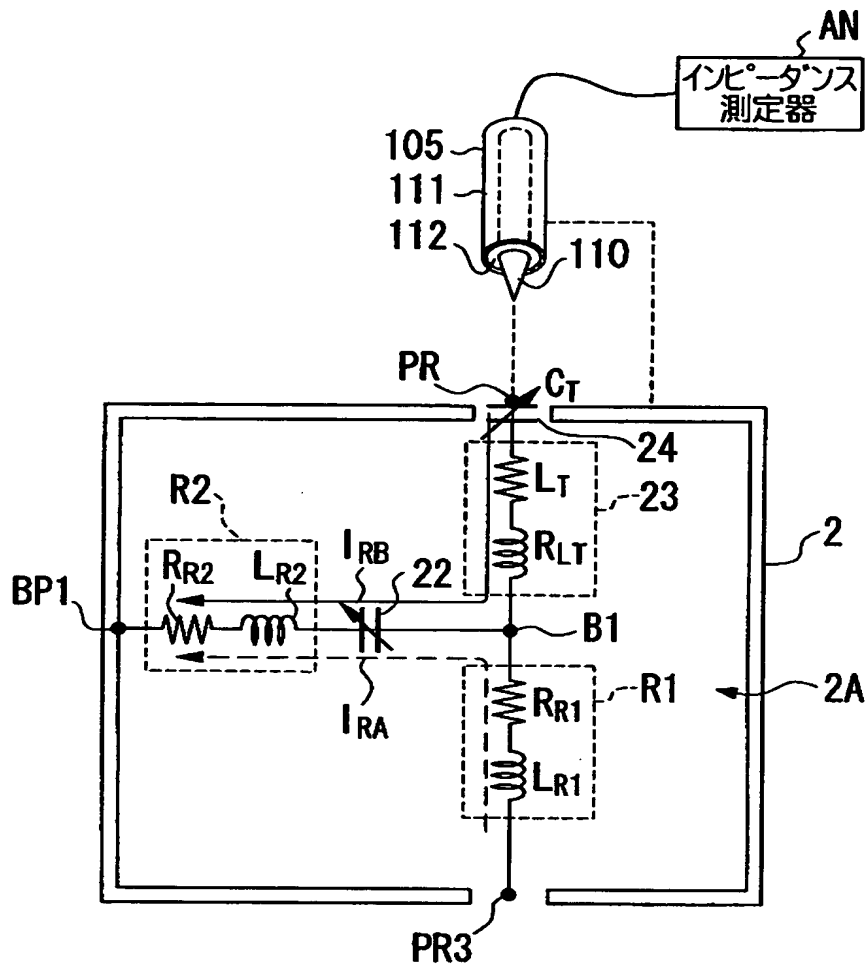


【図4】

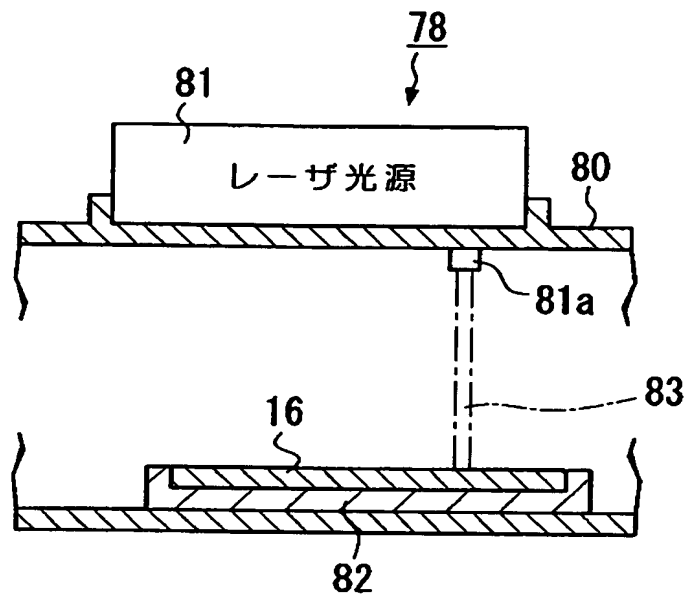




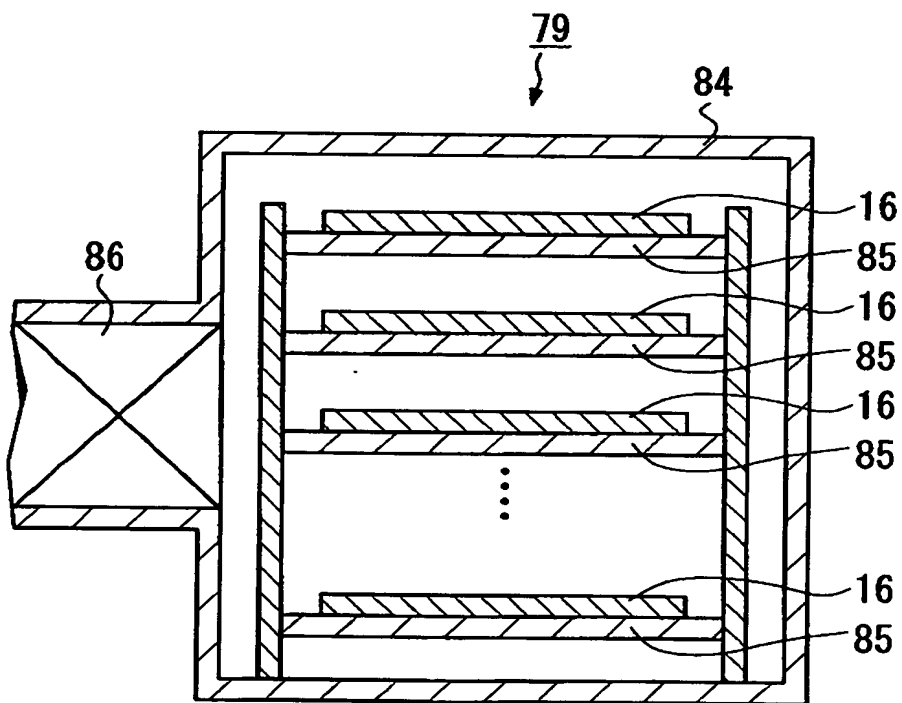
【図5】



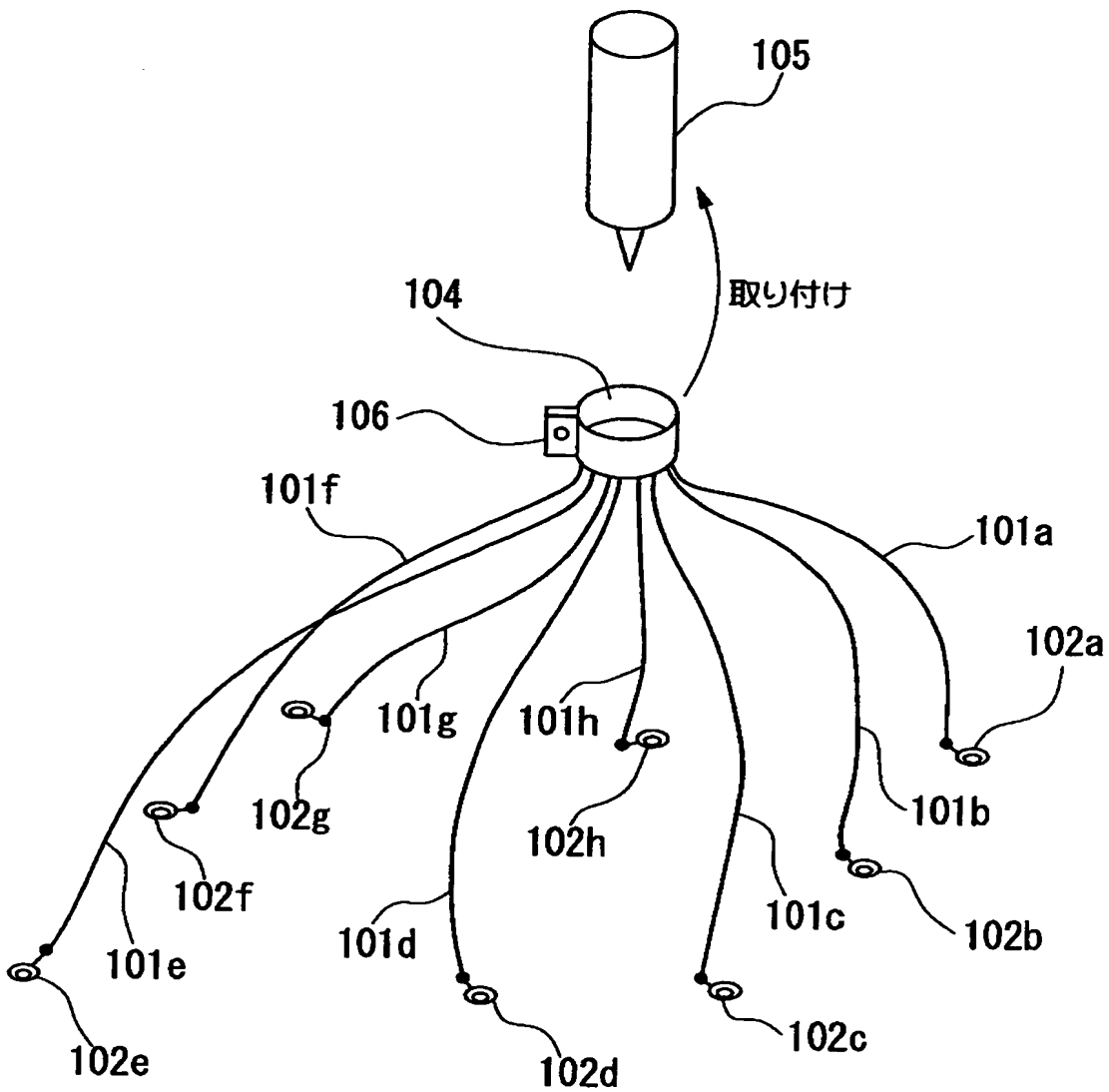
【図 6】



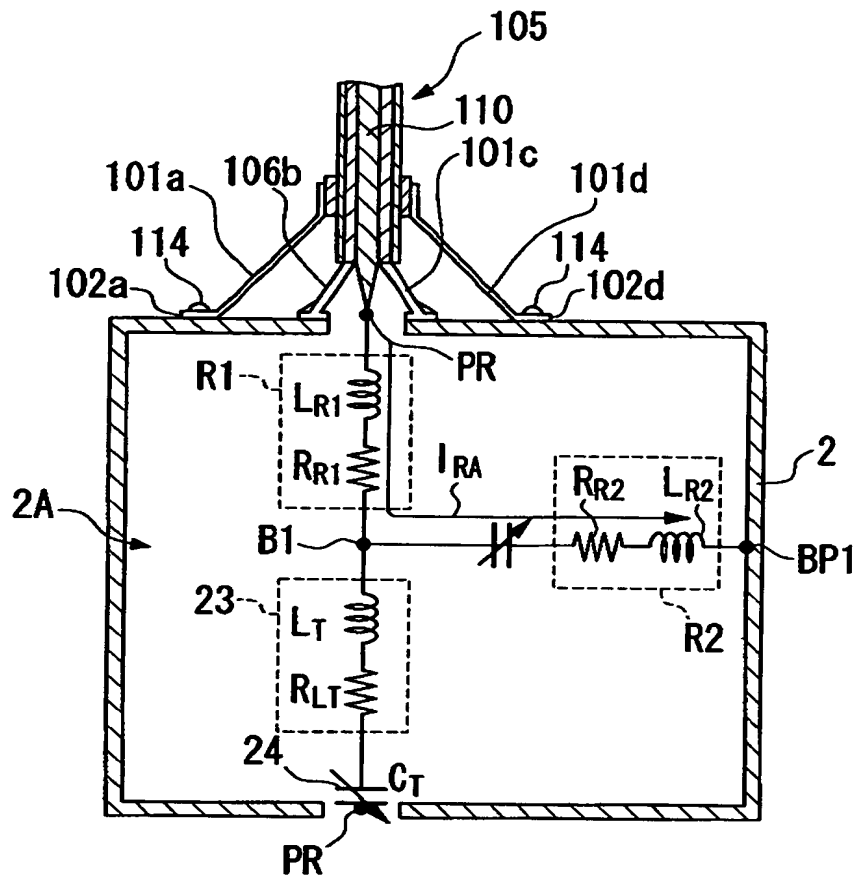
【図 7】



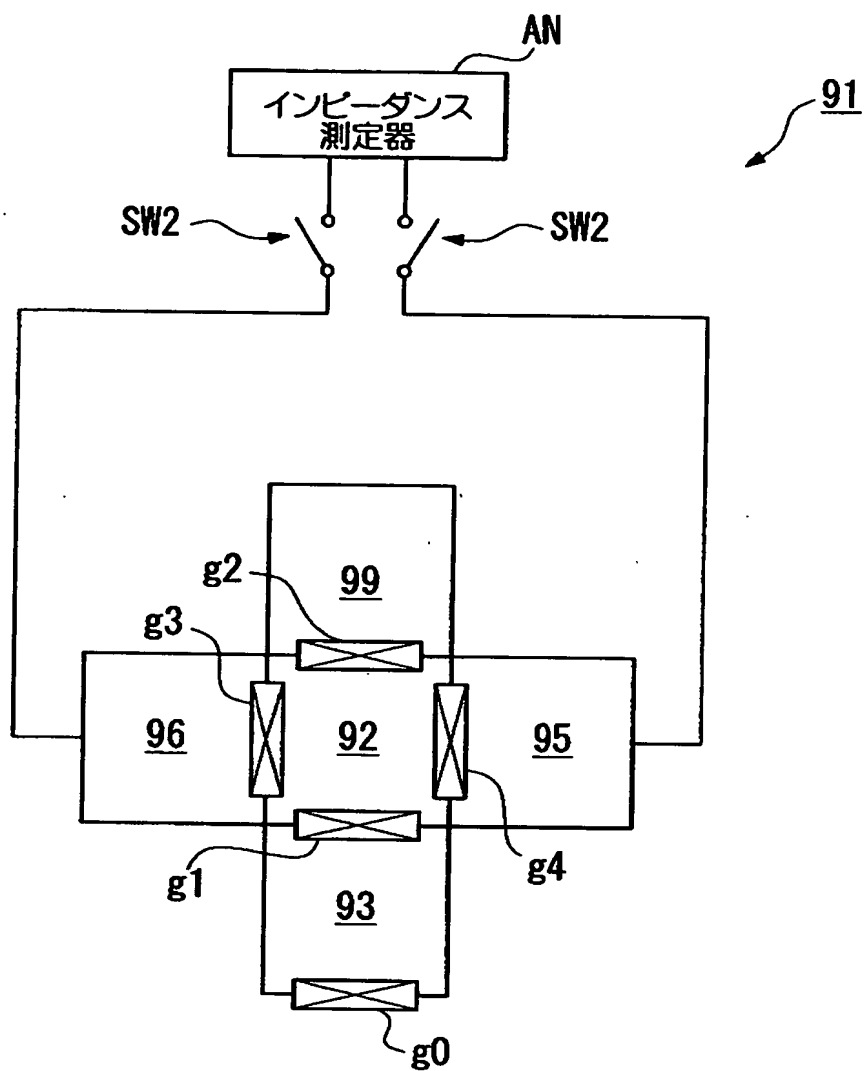
【図8】



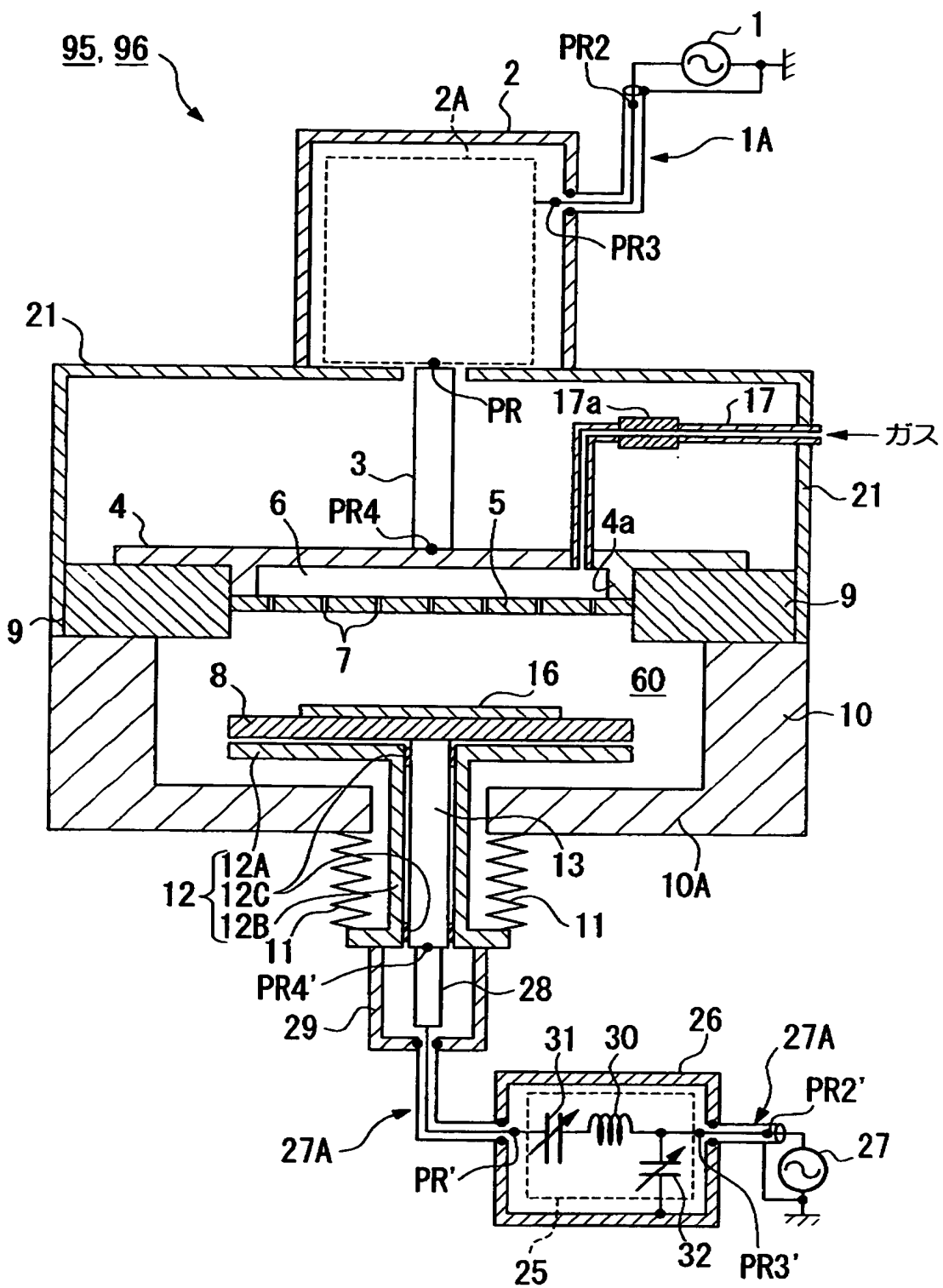
【図 9】



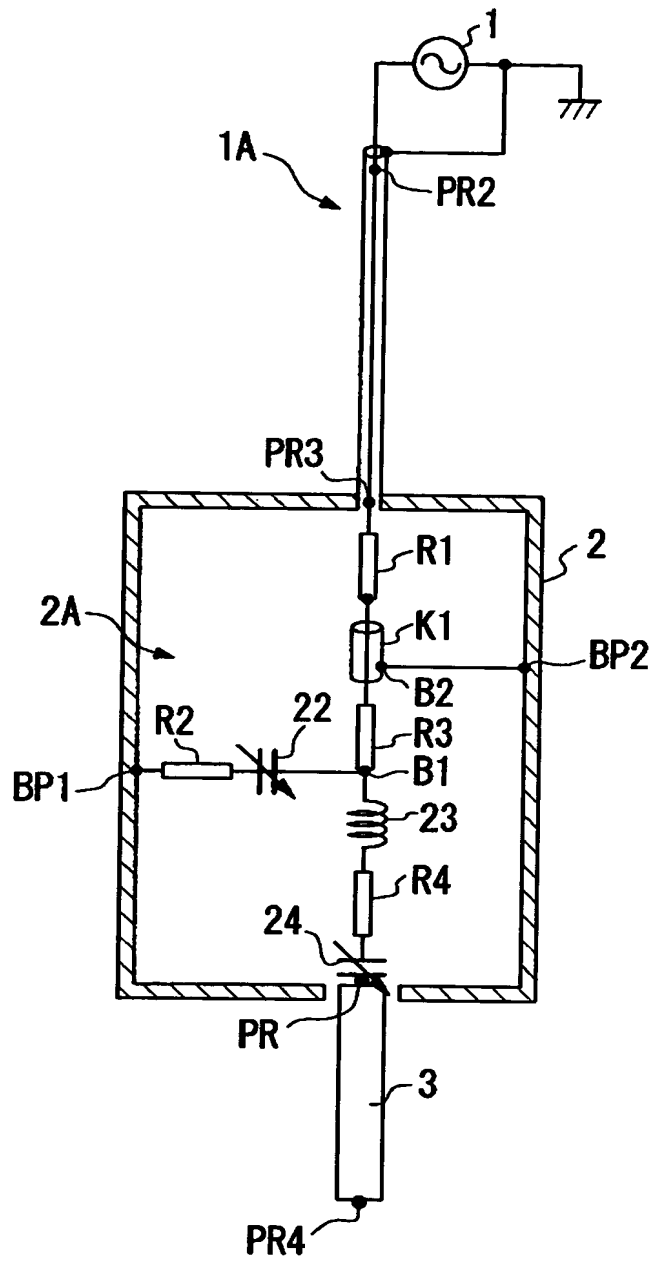
【図10】



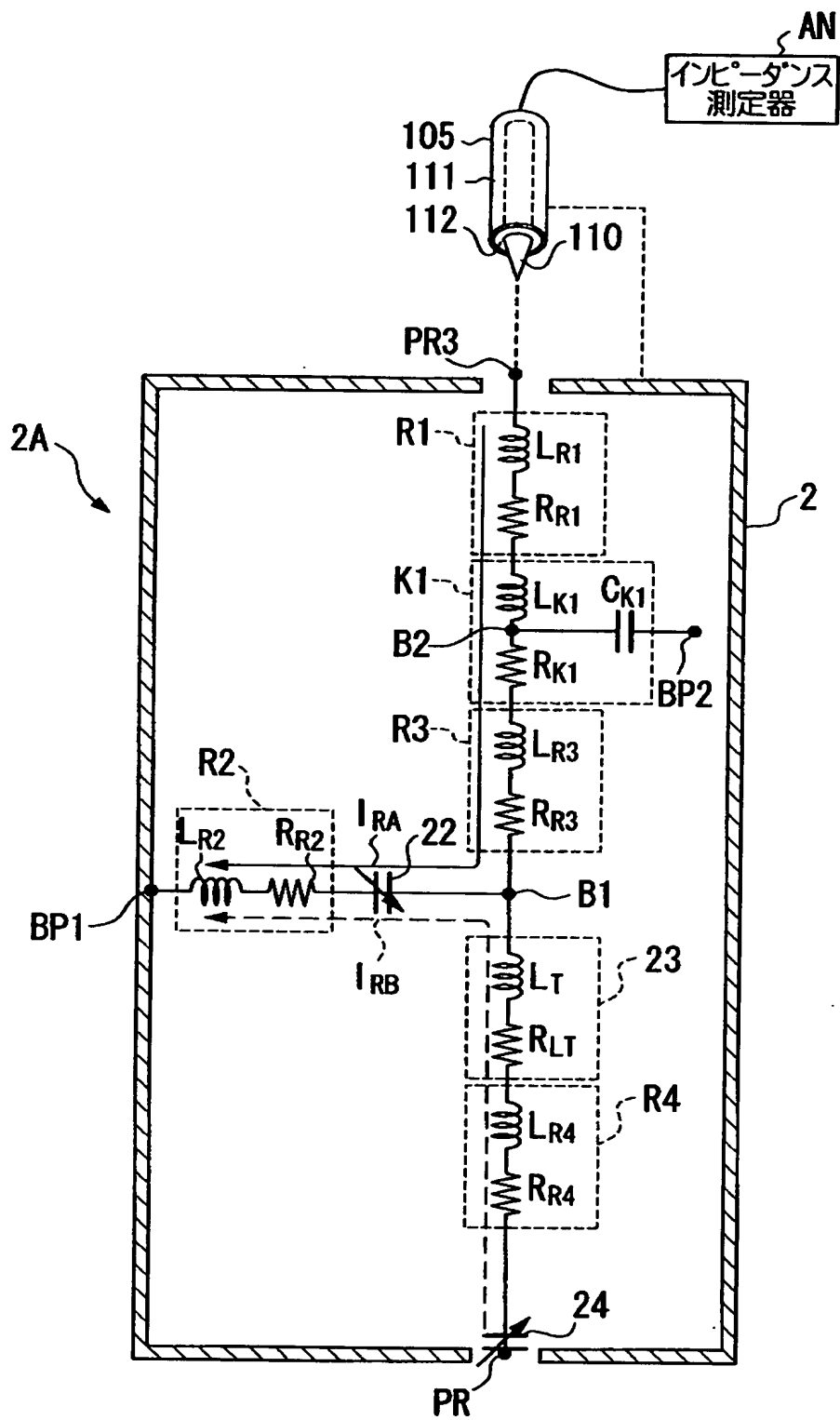
【図 1 1】



【図 1 2】

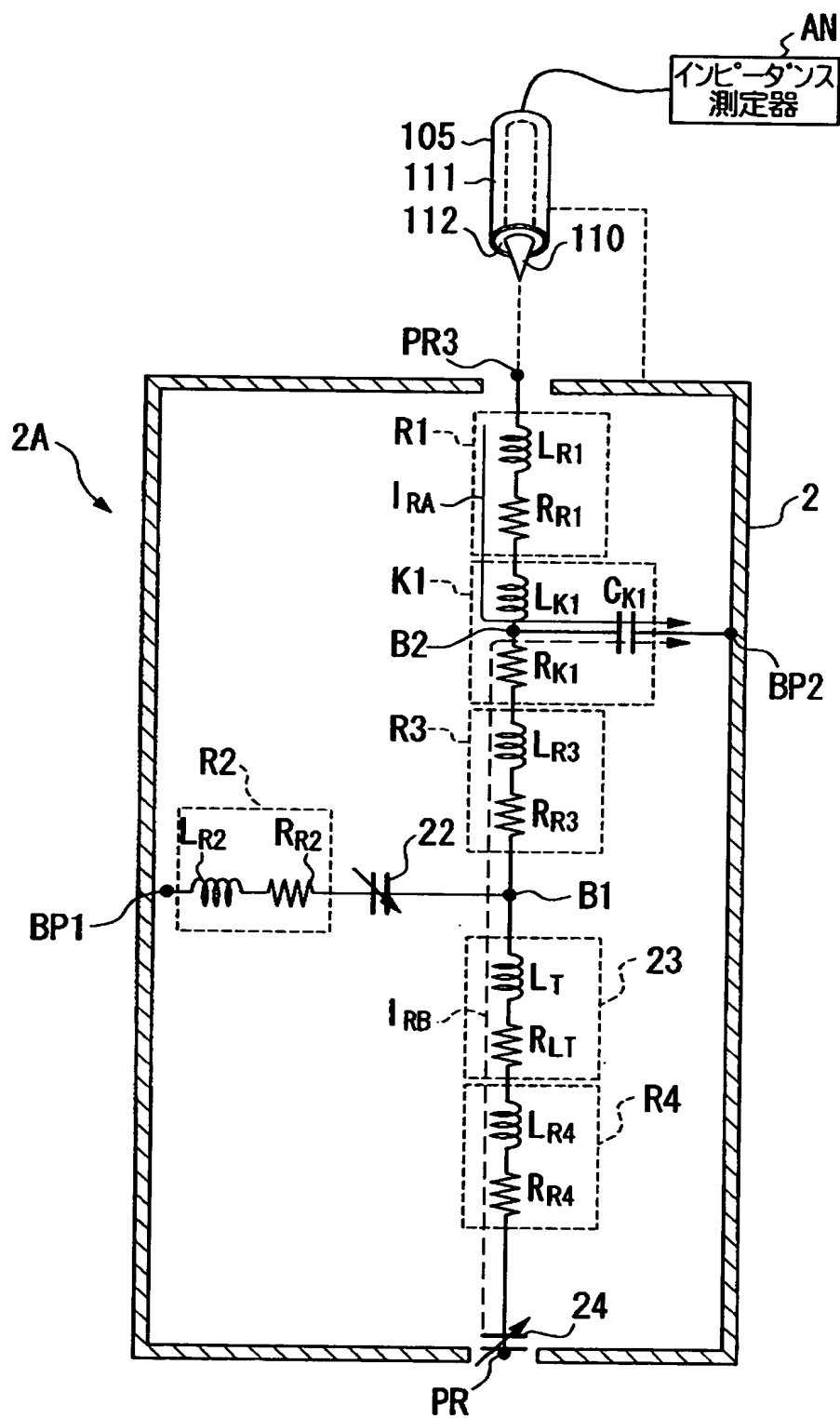


【图 13】

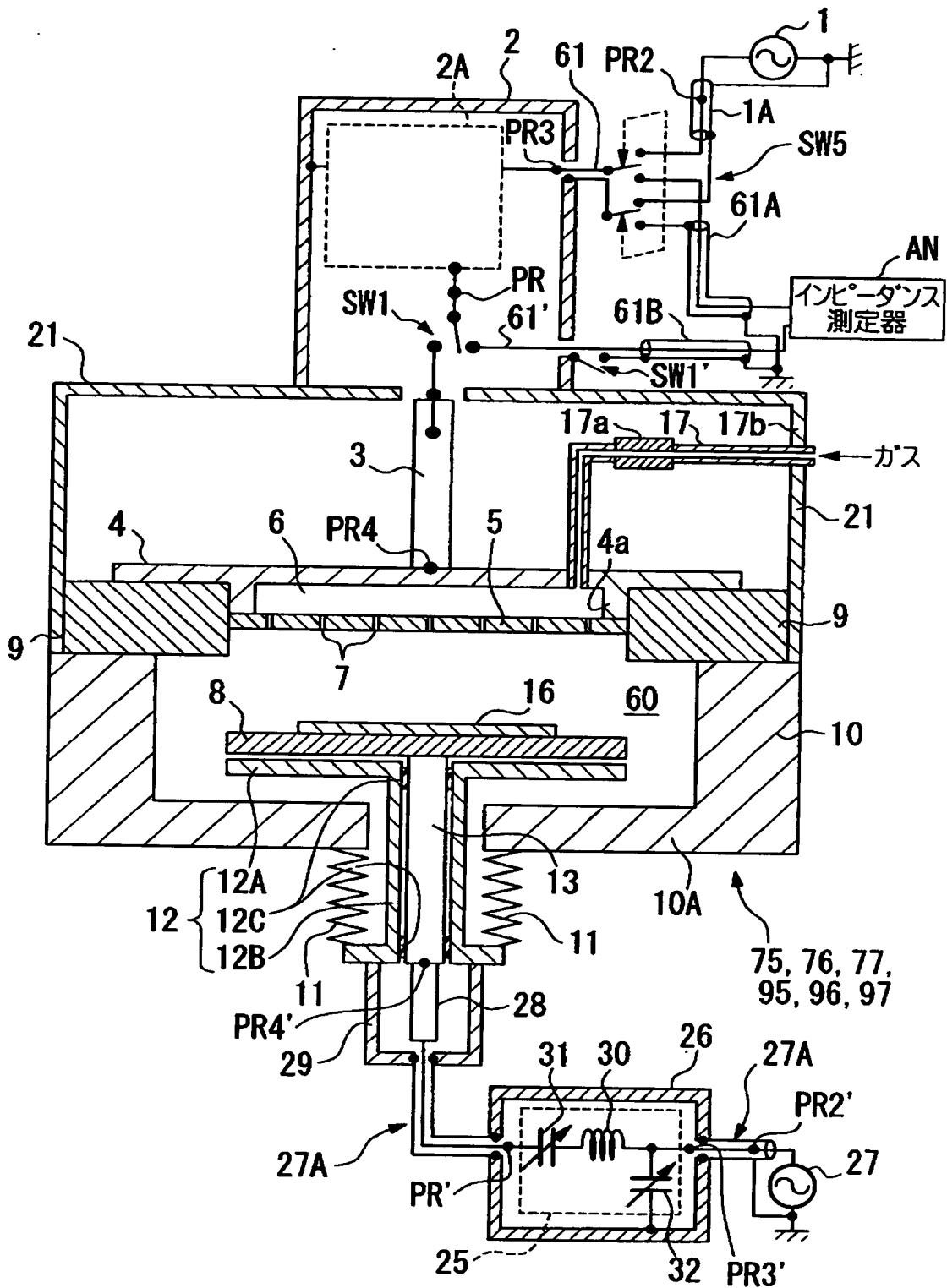




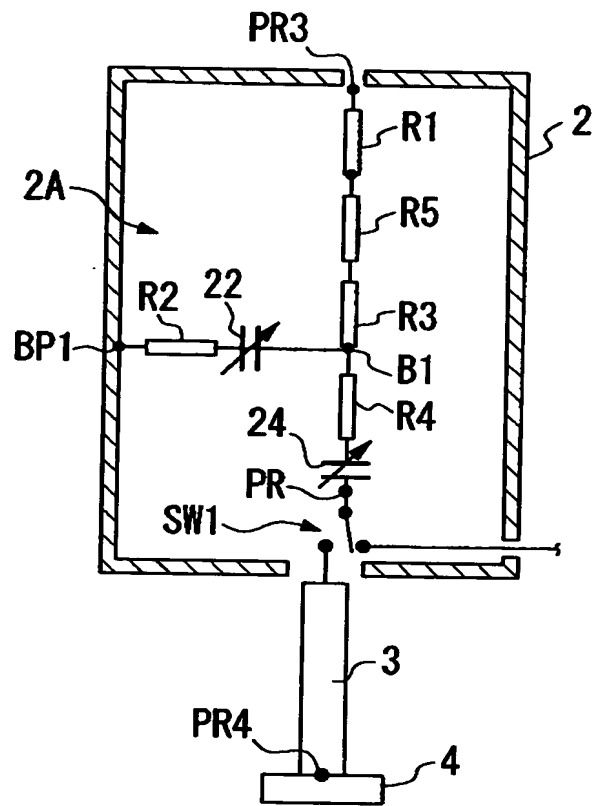
【図 14】



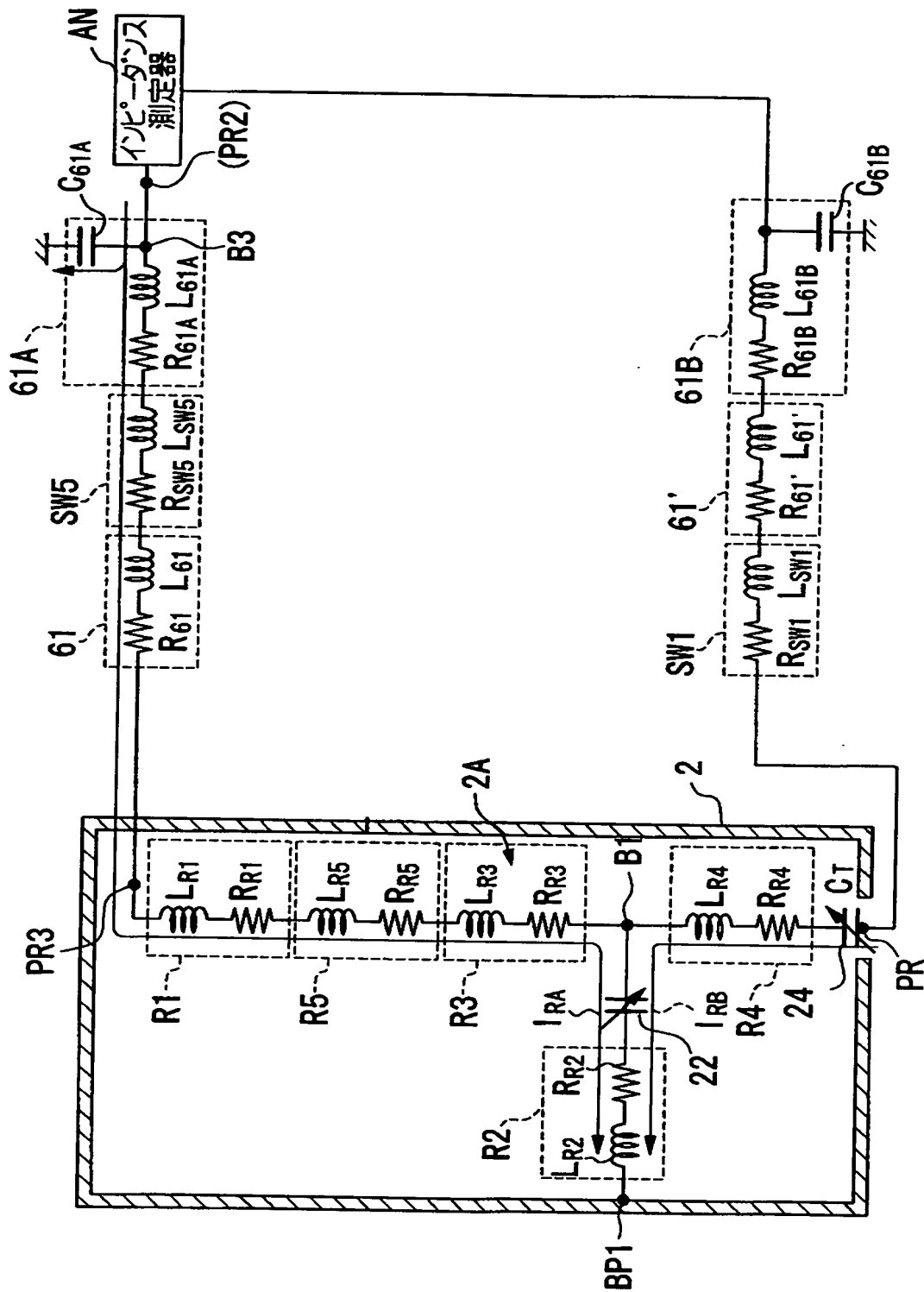
【図15】



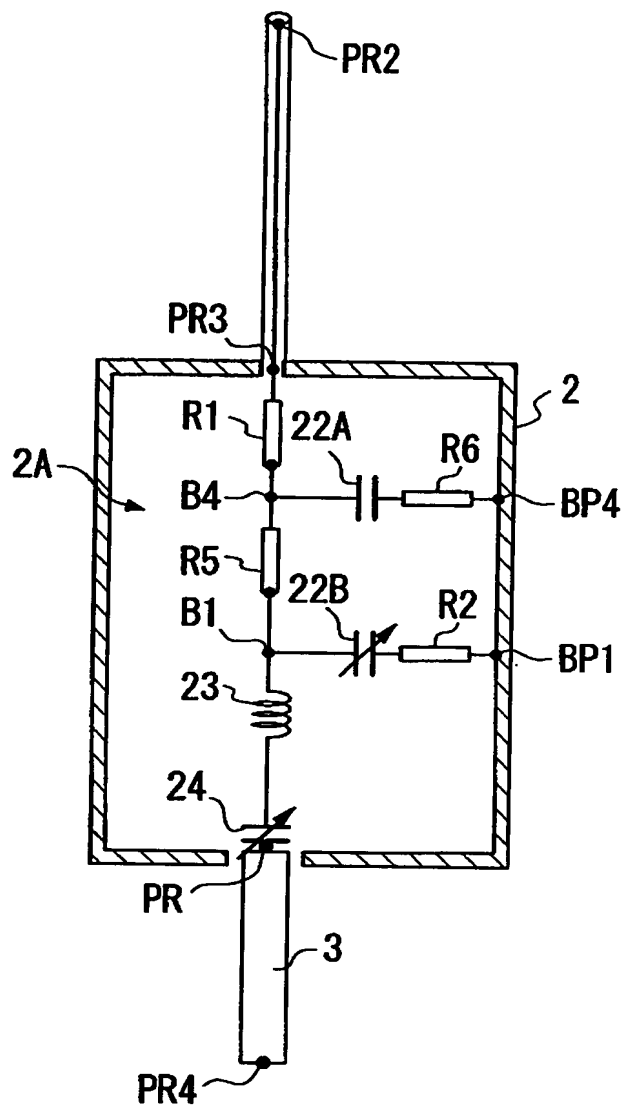
【図 1 6】



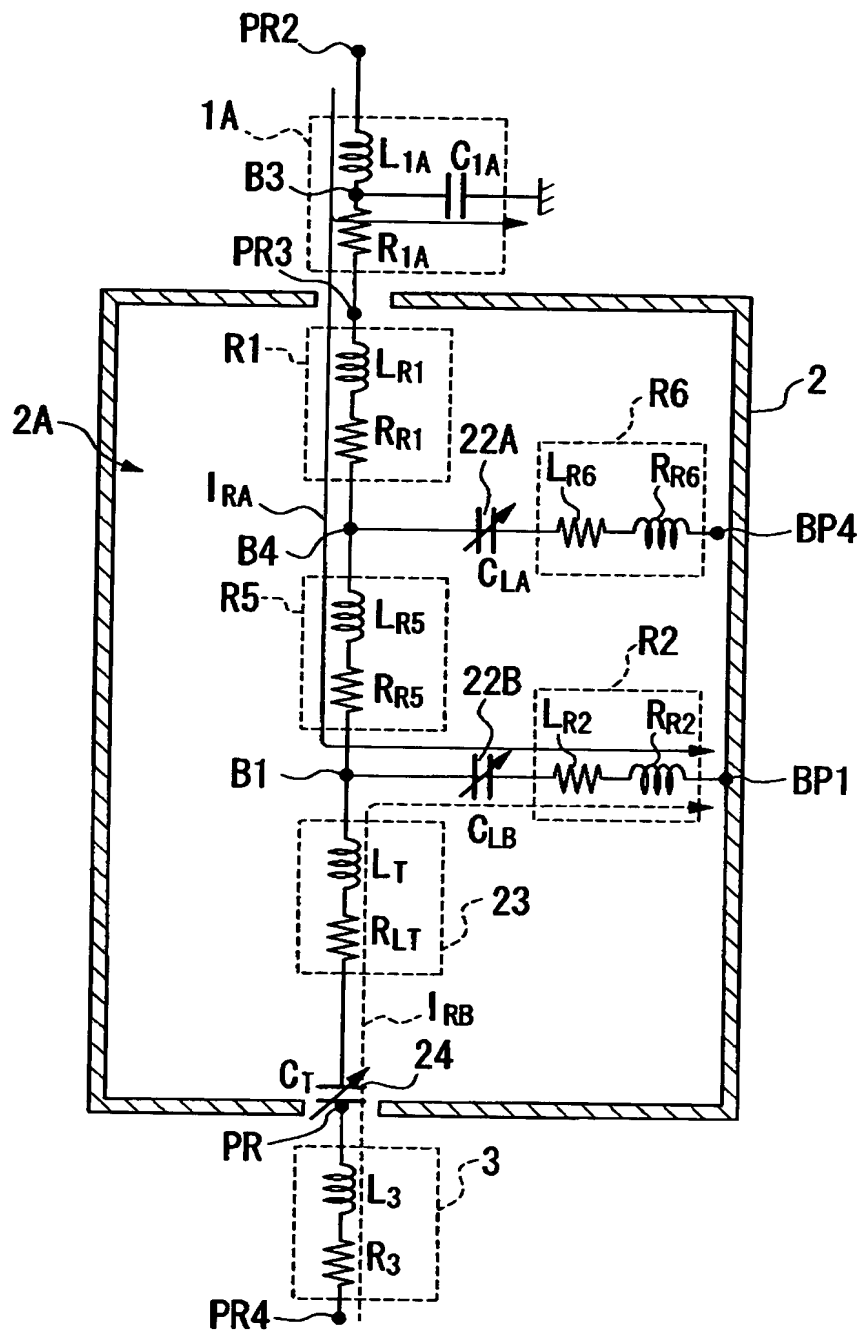
【図 17】



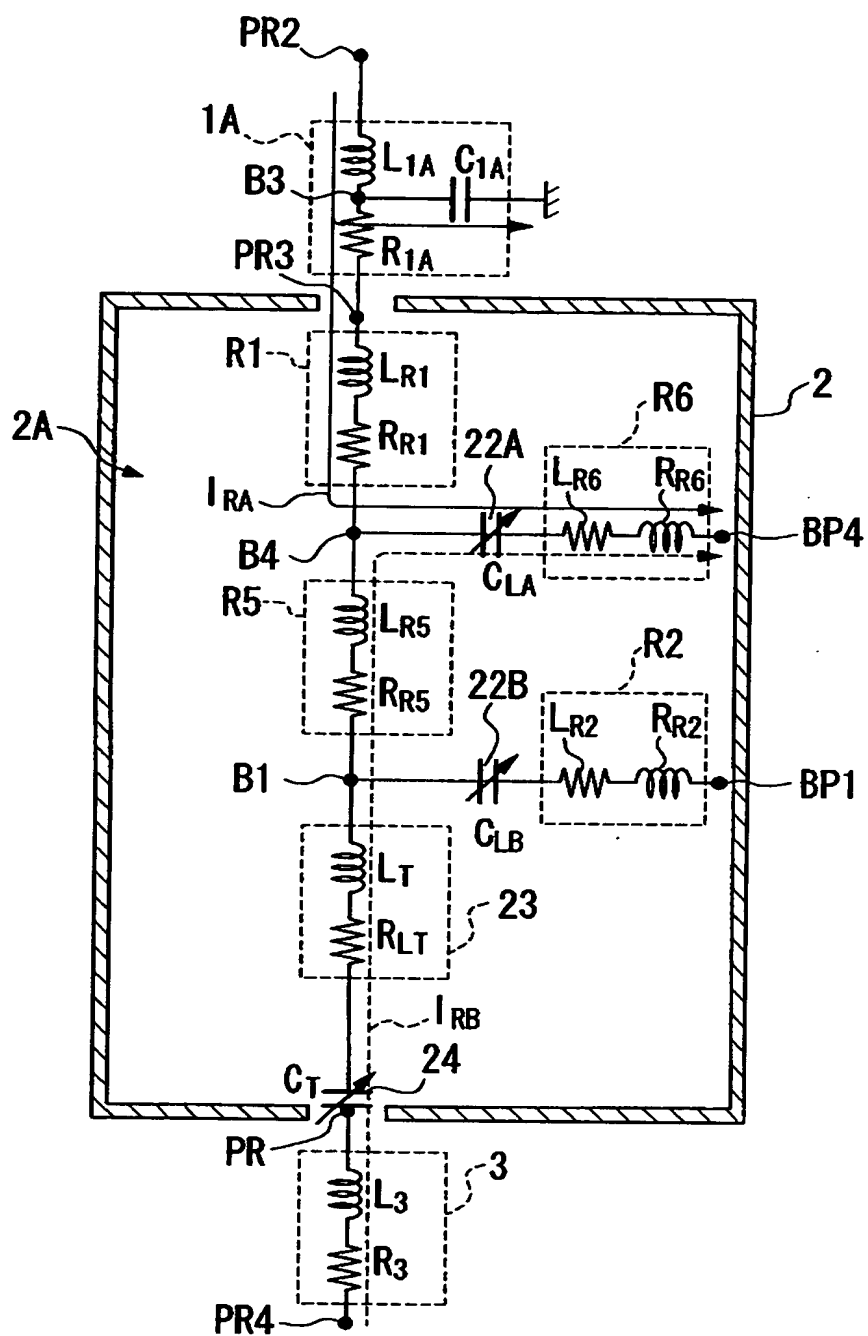
【図 18】



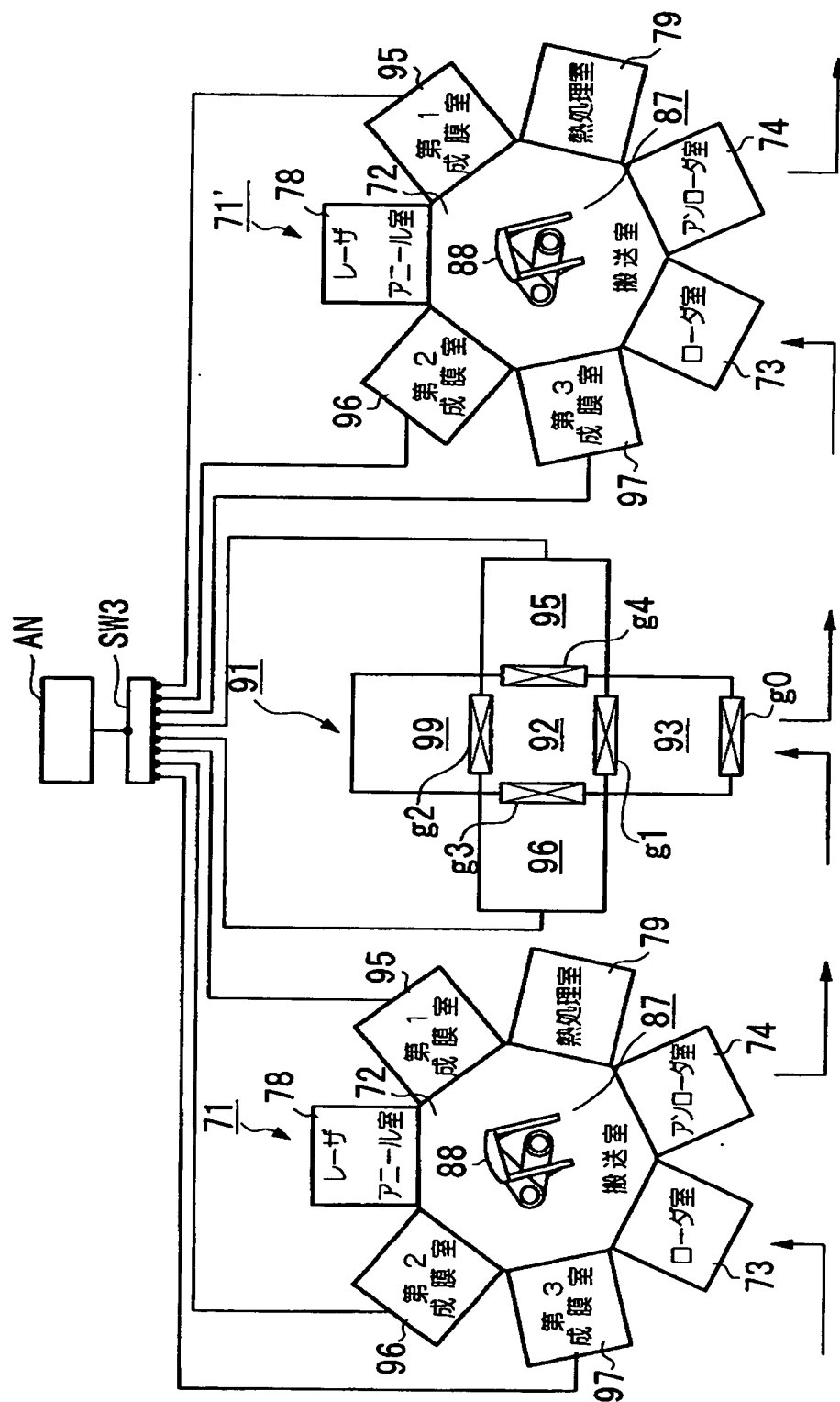
【図19】



【図 20】

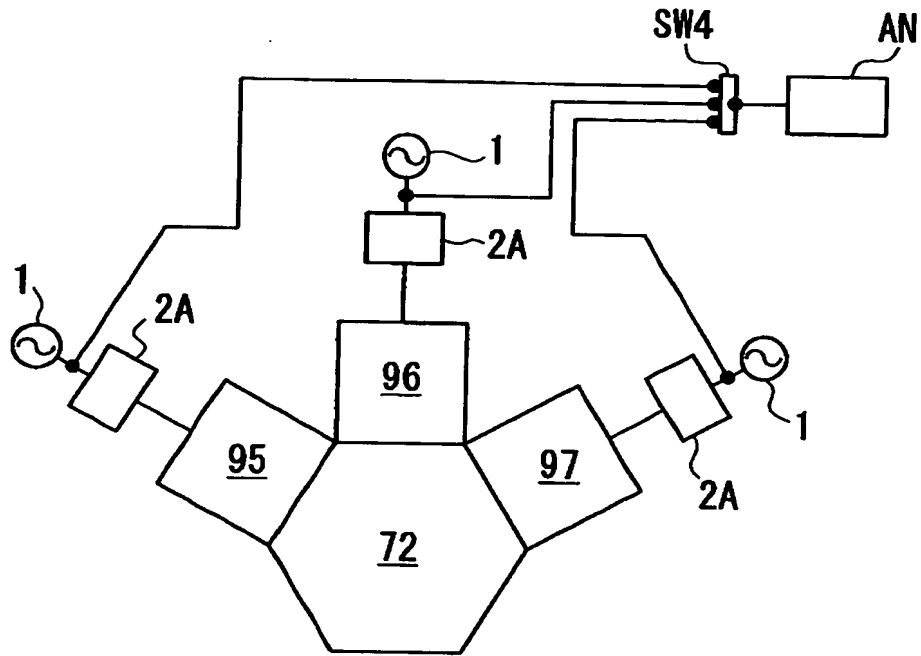


【図21】

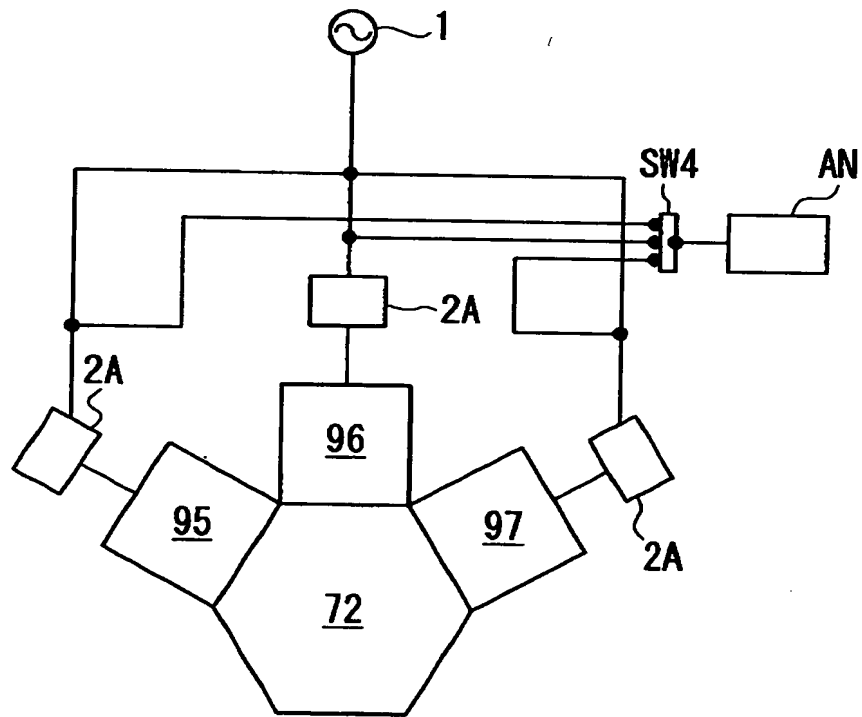




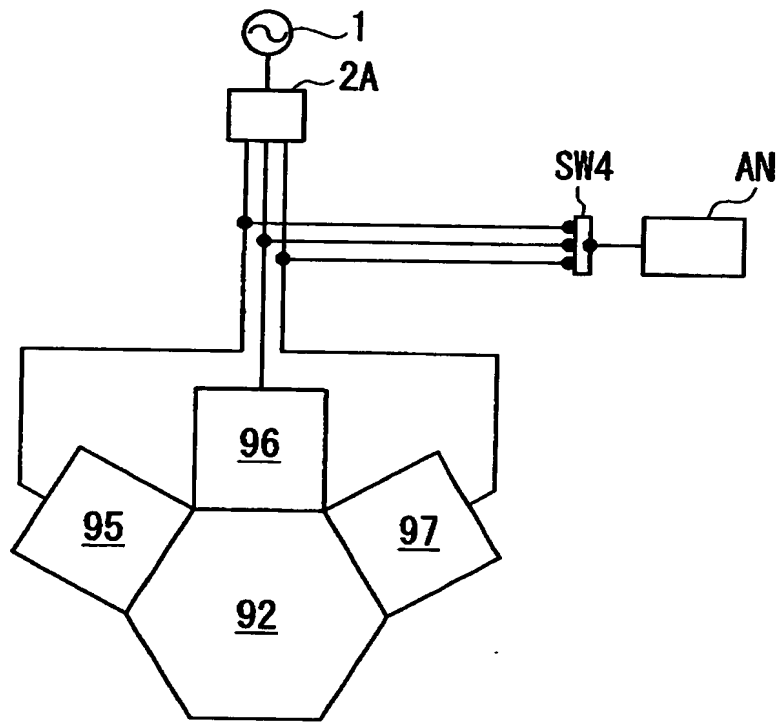
【図22】



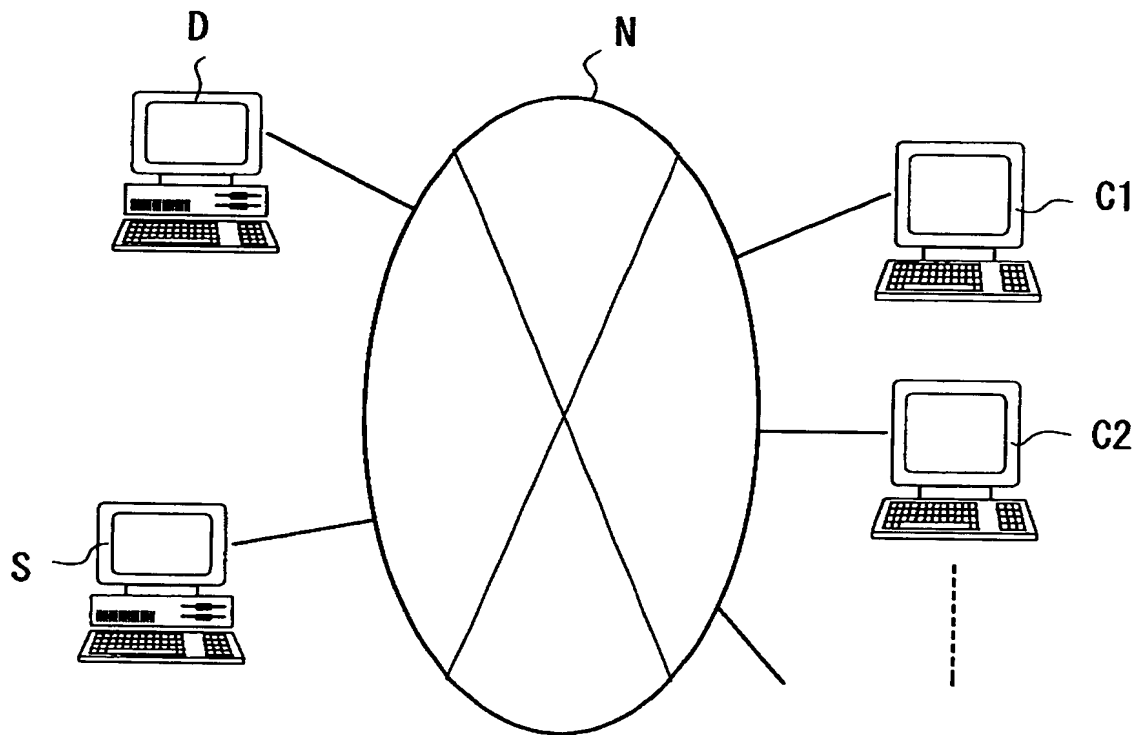
【図23】



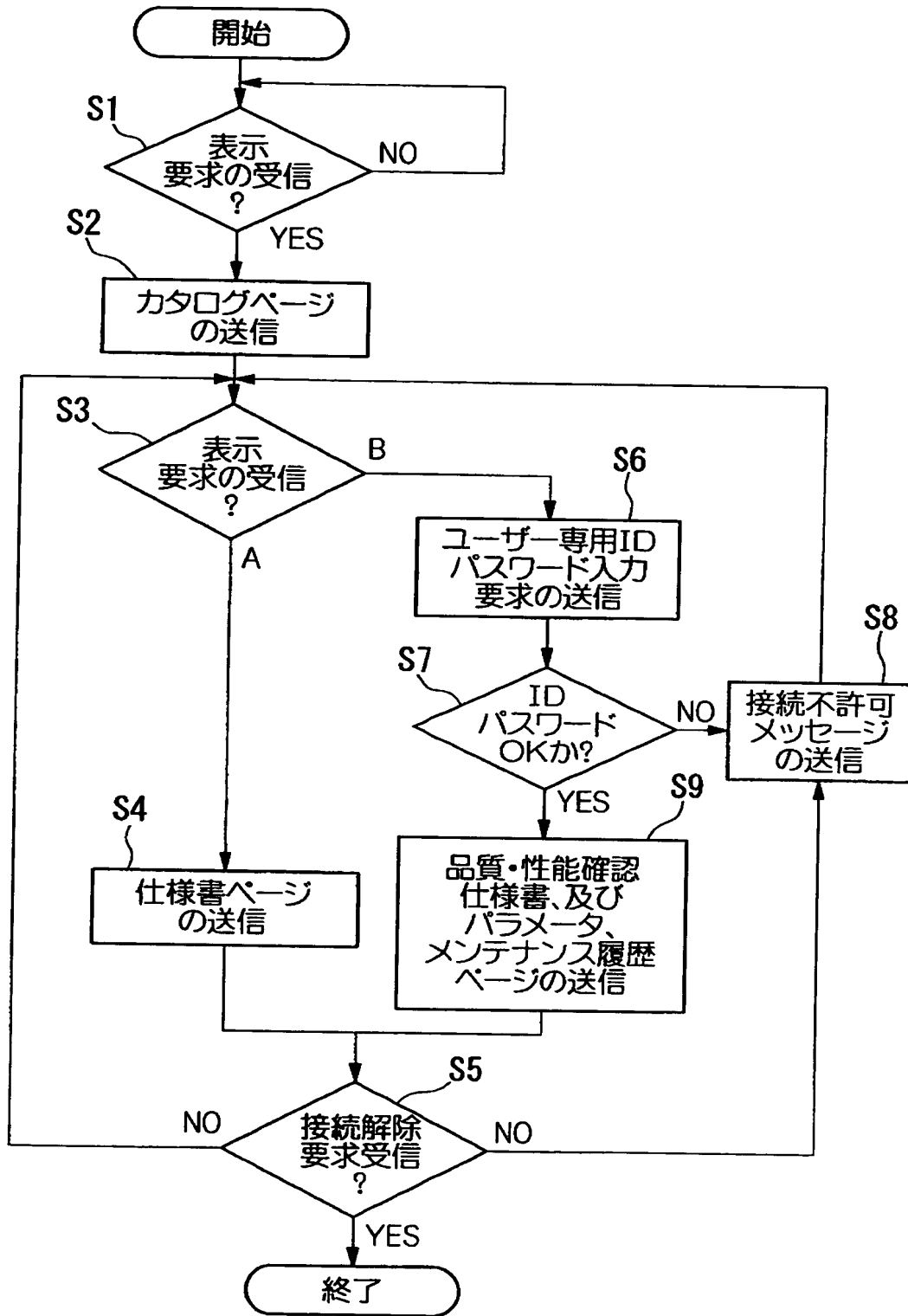
【図24】



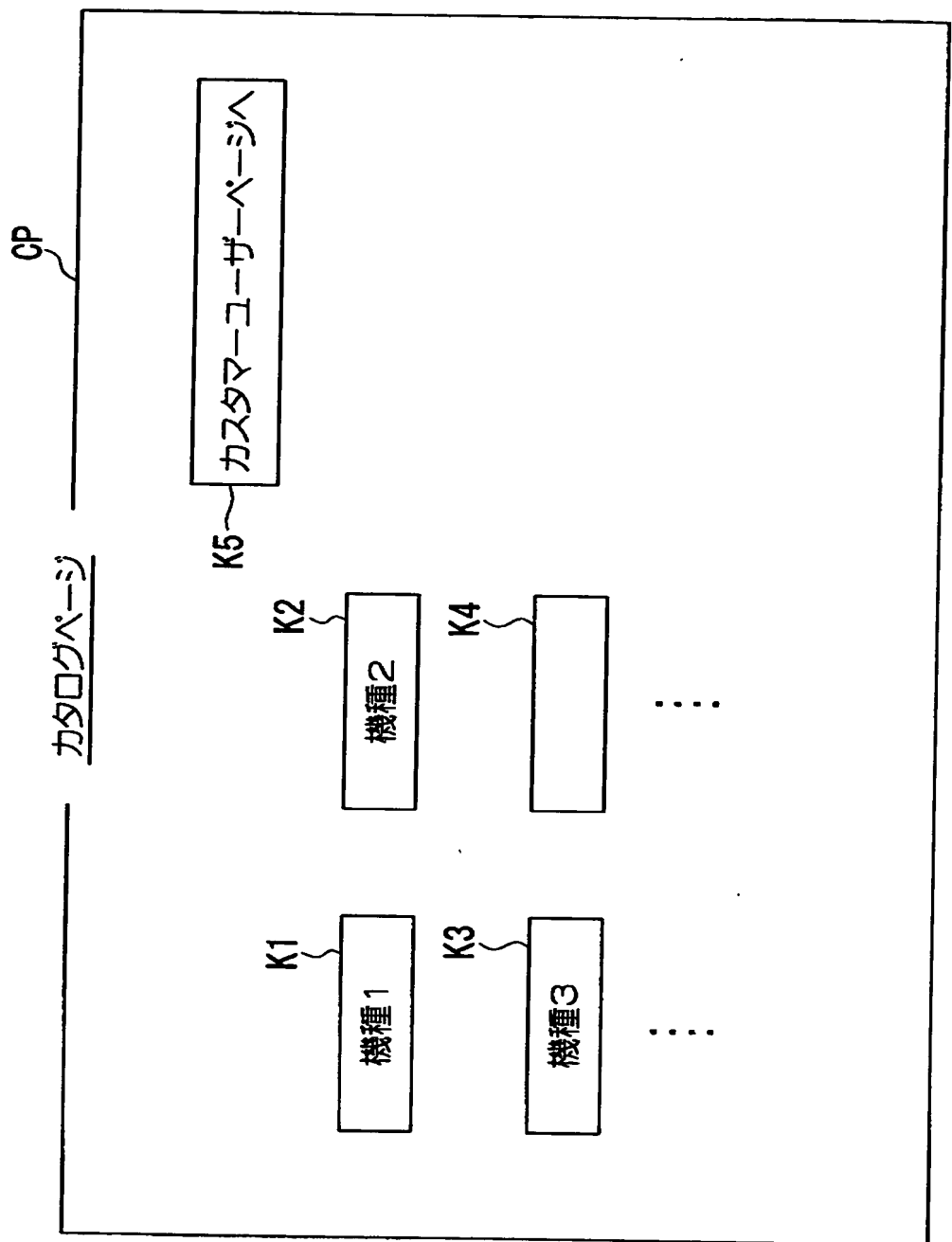
【図25】



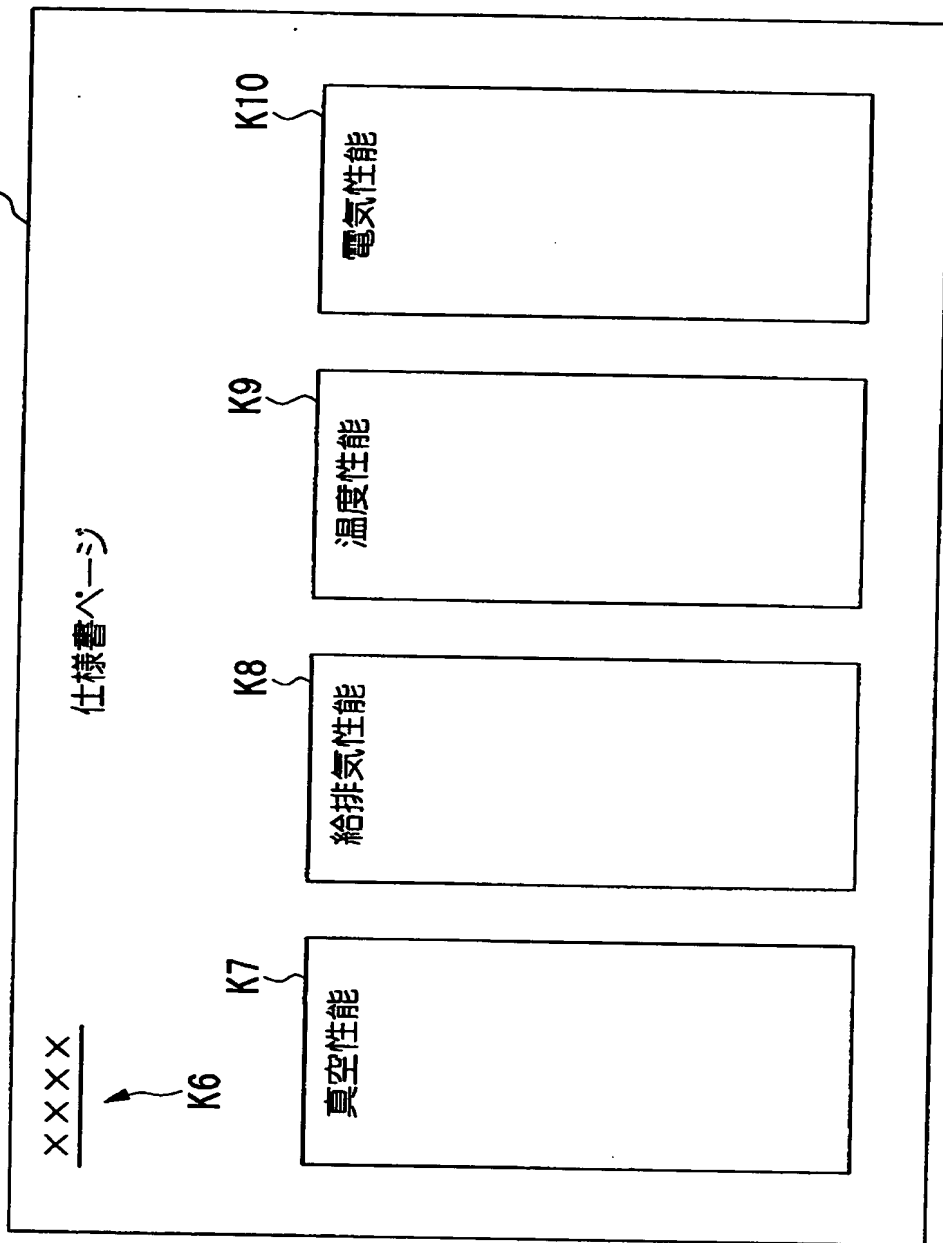
【図 26】



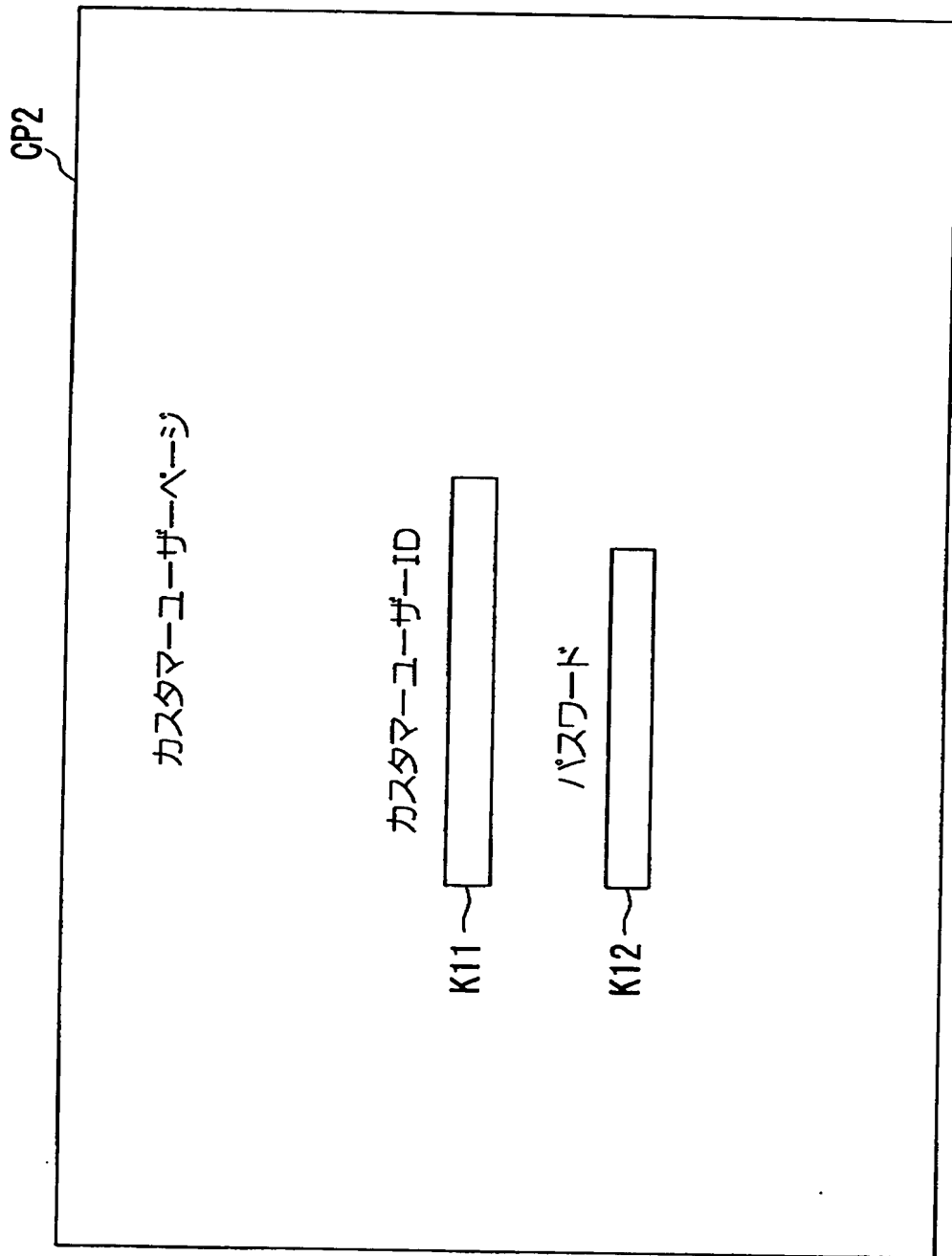
【図 2 7】



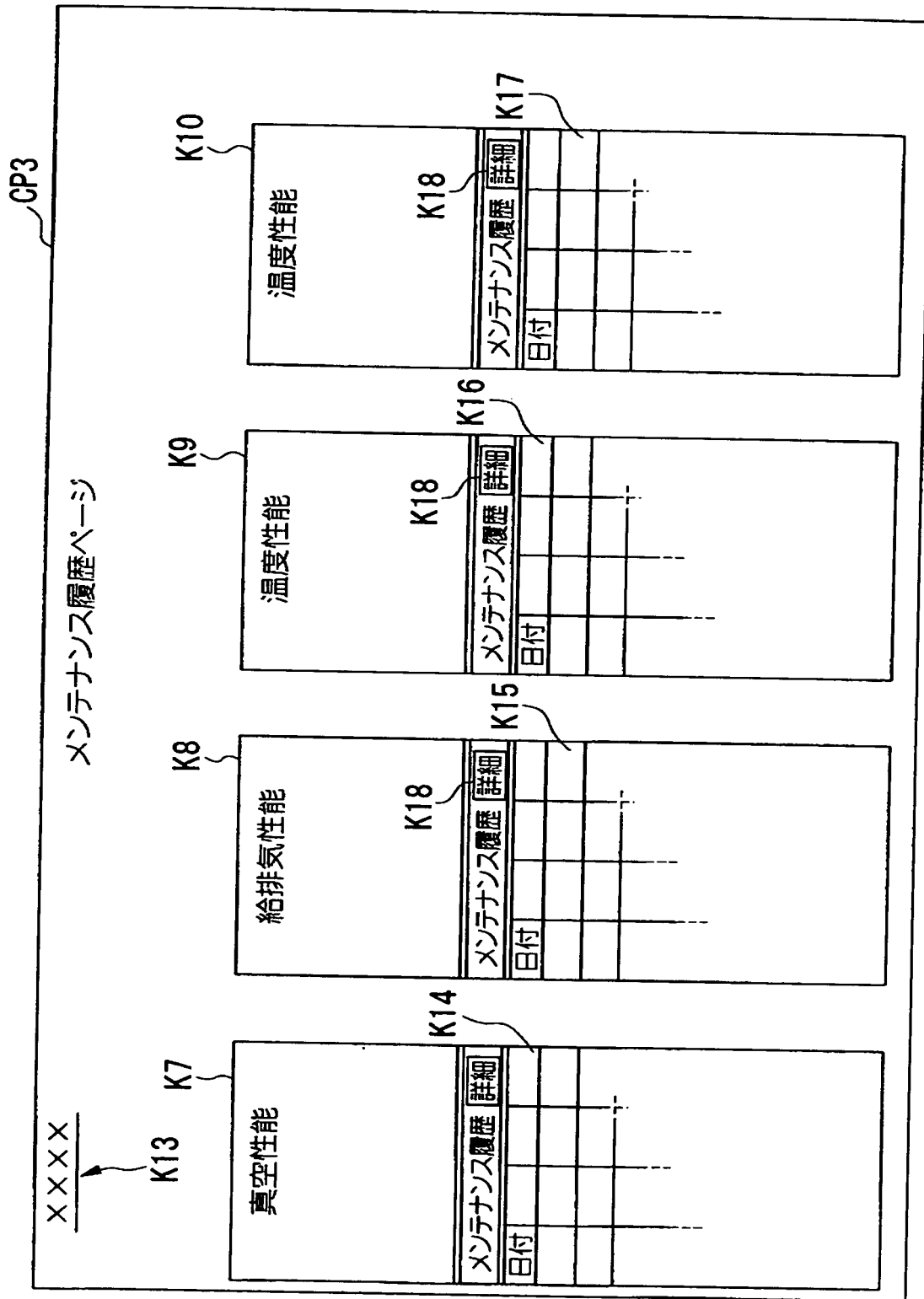
【図28】



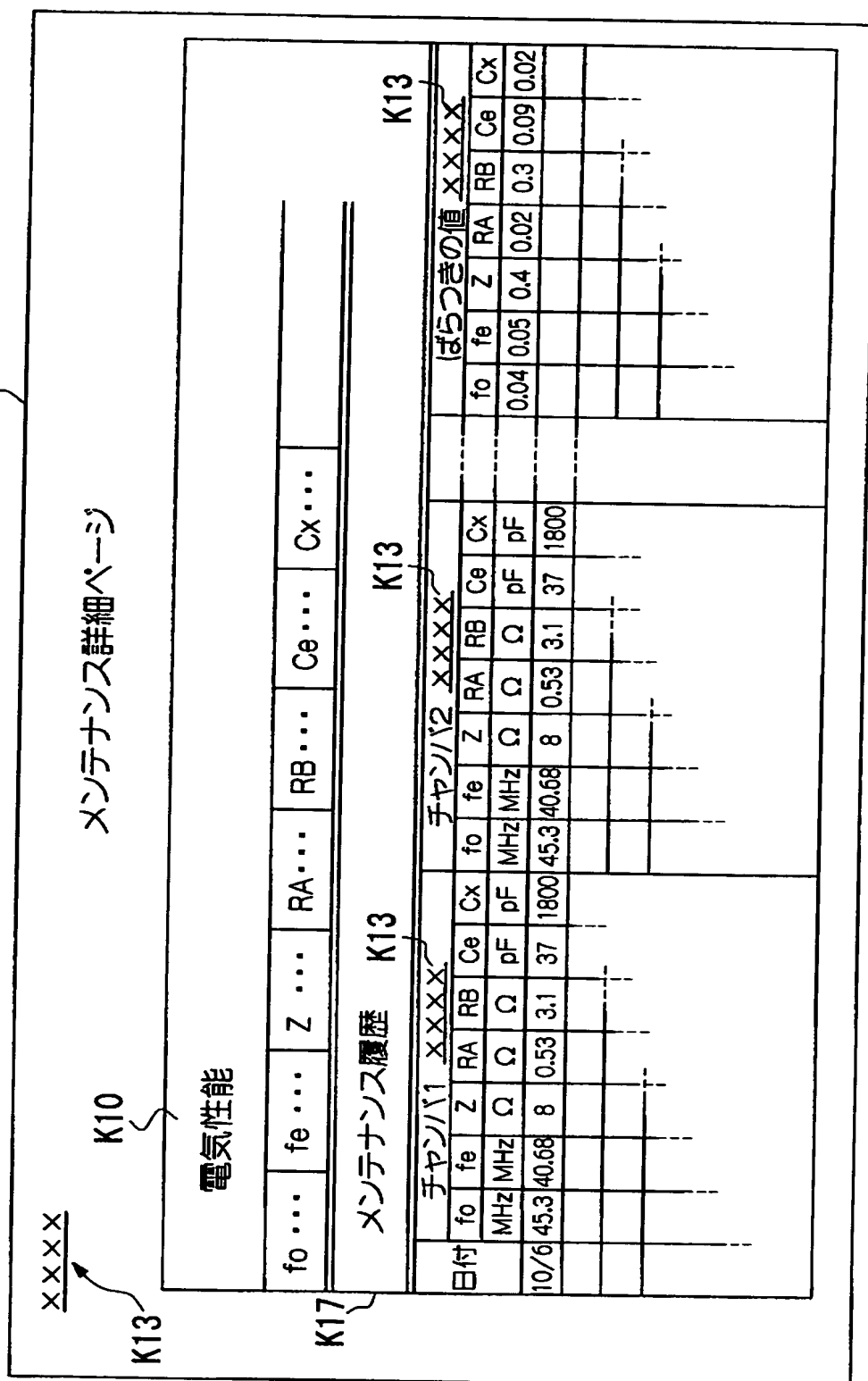
【図 2 9】



【図 30】

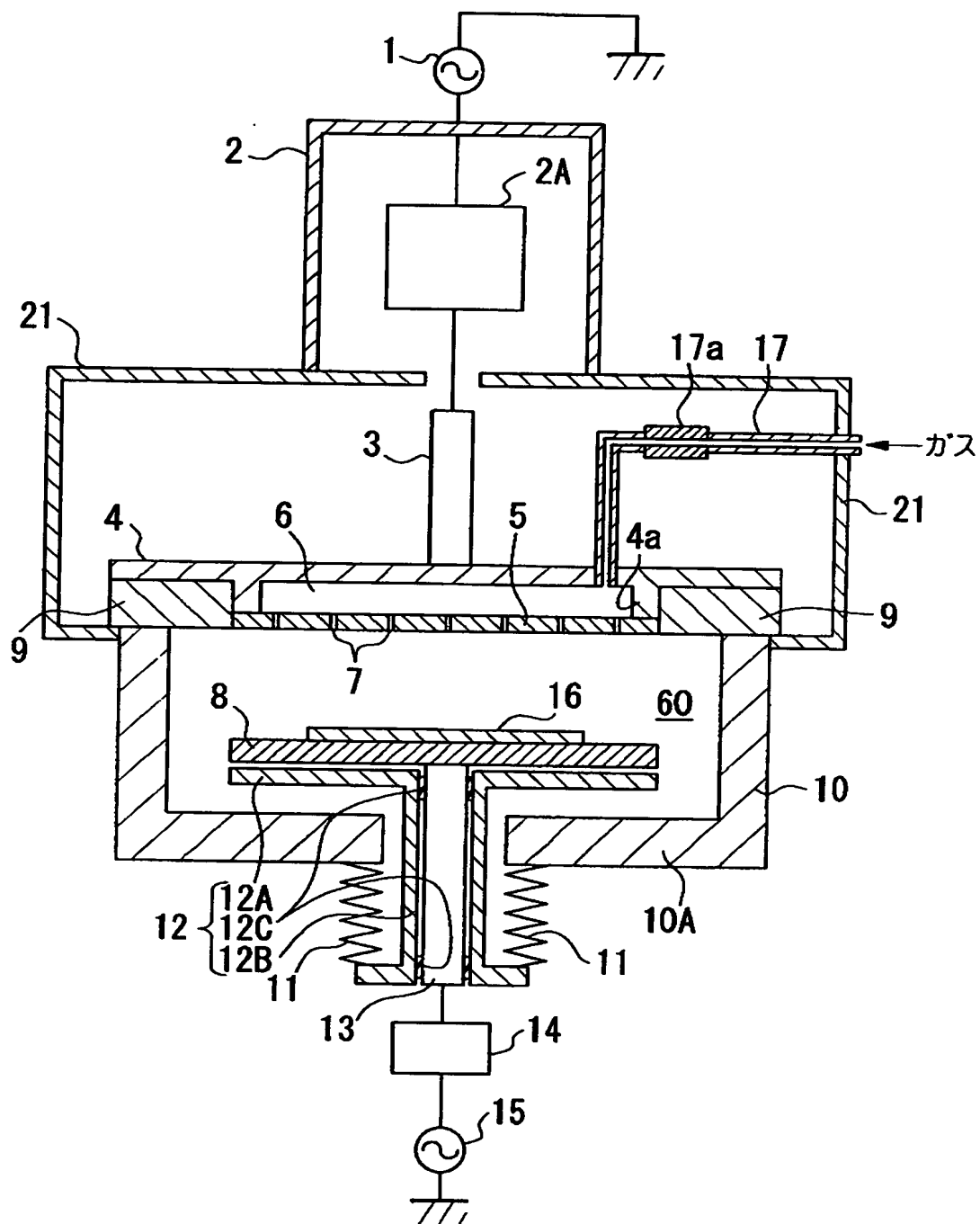


【図 3 1】

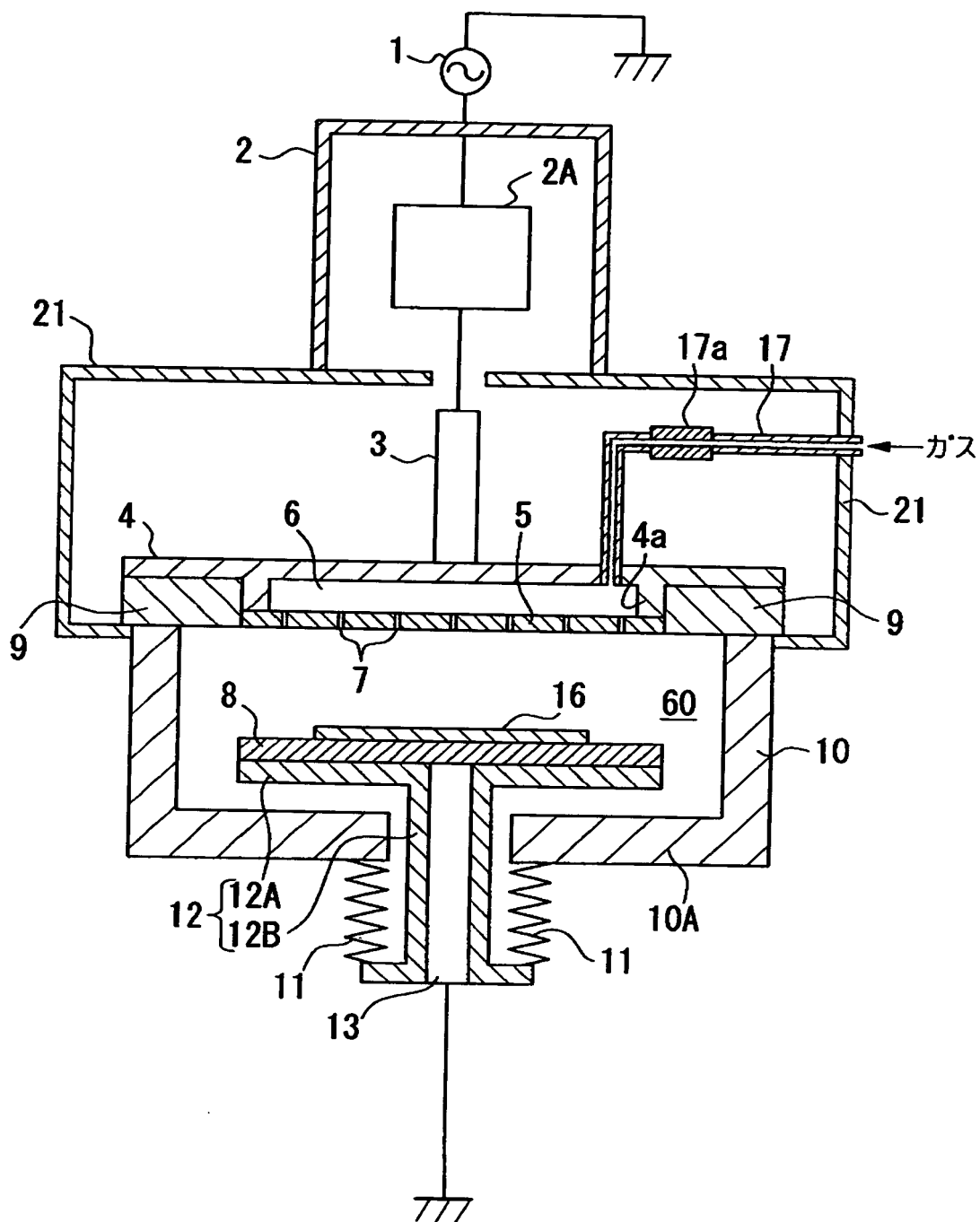




【図 3 2】



【図33】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数のプラズマ処理室毎の機差により、プラズマ処理を均等におこなうためには、膨大な調整時間が必要であった。

【解決手段】 電極 4, 8 を有する複数のプラズマ処理室ユニット 7 5, 7 6, 7 7, 9 5, 9 6, 9 7 と、電極 4 に接続された高周波電源 1 と、プラズマ処理室ユニット 7 5, 7 6, 7 7, 9 5, 9 6, 9 7 と高周波電源 1 とのインピーダンス整合を得る整合回路 2 A とを具備し、整合回路 2 A の入力端子側交流抵抗 R A および出力端子側交流抵抗 R B の最大値と最小値のばらつき

$$\langle R A \rangle = (R A_{\max} - R A_{\min}) / (R A_{\max} + R A_{\min}) \quad (14 A)$$

$$\langle R B \rangle = (R B_{\max} - R B_{\min}) / (R B_{\max} + R B_{\min}) \quad (14 B)$$

がそれぞれ 0. 5 より小さい範囲の値に設定されてなる。

【選択図】 図 1

# 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2000-341076
受付番号	50001445057
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成 12 年 11 月 9 日

## <認定情報・付加情報>

### 【特許出願人】

【識別番号】	000010098
【住所又は居所】	東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号
【氏名又は名称】	アルプス電気株式会社

### 【特許出願人】

【識別番号】	000205041
【住所又は居所】	宮城県仙台市青葉区米ヶ袋 2-1-17-301
【氏名又は名称】	大見 忠弘

### 【代理人】

申請人

【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武

### 【選任した代理人】

【識別番号】	100108578
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	高橋 詔男

### 【選任した代理人】

【識別番号】	100089037
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	渡邊 隆

### 【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	青山 正和

認定・付加情報（続き）

【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 村山 靖彦

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号                    [ 0 0 0 0 1 0 0 9 8 ]

1. 変更年月日            1 9 9 0 年    8 月 2 7 日

    [変更理由]            新規登録

        住 所            東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号

        氏 名            アルプス電気株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000205041]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-301

氏 名 大見 忠弘